

PCT/JP 2004/008910

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

18.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 7月18日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-199229
[ST. 10/C]: [JP 2003-199229]

出 願 人
Applicant(s): 日本電信電話株式会社

REC'D 06 AUG 2004

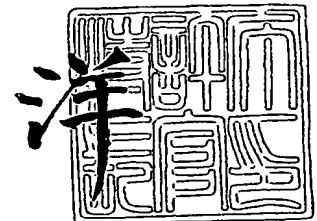
WIPO PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

2004年 7月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特2004-3064667

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTH147434

【提出日】 平成15年 7月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 12/28

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 熊谷 智明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 永田 健悟

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 大槻 信也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 相河 聡

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 井上 保彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 齋藤 一賢

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072718

【弁理士】

【氏名又は名称】 古谷 史旺

【電話番号】 3343-2901

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013354

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701422

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無線パケット通信方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の無線チャネルの利用が可能でかつ無線チャネル毎に伝送速度の変更が可能な 2 つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信方法において、

送信を行う無線局が、パケットの送信に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合には、空いている複数の無線チャネルを同時に選択し、

選択された複数の無線チャネルの間の伝送速度に関する比率とデータサイズの比率が同一もしくは同等の複数のデータパケットを選択もしくは生成し、

複数のデータパケットのデータサイズの比率と複数の無線チャネルの伝送速度の比率とが対応するように、前記複数のデータパケットのそれぞれを、選択された前記複数の無線チャネルの何れかに割り当てて同じタイミングで並列送信することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 2】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、

前記無線局は、空いている無線チャネルが 1 つだけの場合には、1 つの無線チャネルを利用して 1 つのデータパケットを送信することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 3】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、

前記無線局は、1 つ以上の無線チャネルが空き状態の場合であっても、自局が他の無線チャネルを用いてデータパケットを送信していることを検出した場合には、少なくとも前記データパケットの送信が完了するまで待機してから新たなデータパケットの送信を開始する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 4】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、

前記無線局は、1 つ以上の無線チャネルが空き状態の場合であっても、検出した空き状態の無線チャネルの数が不足する場合には、少なくとも空き状態の無線チャネルの数が所定の条件を満たすまで待機してから新たな複数のデータパケッ

トの送信を開始する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の無線局間で無線媒体を介してデータパケットを伝送する場合に用いられる無線パケット通信方法に関し、特に各無線局が無線チャネル毎に使用する伝送速度を予め定められた複数の伝送速度の中から選択して通信できるような場合に適用される無線パケット通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

本発明と関連のある従来技術としては、非特許文献1、非特許文献2及び非特許文献3が知られている。

例えば非特許文献1に示されたような標準規格に準拠する従来の無線パケット通信システムにおいては、使用する無線チャネルを事前に1つだけ決めておき、パケットの送信に先立って当該無線チャネルの空き状況を検出し、チャネルが使用されていなかった場合にのみ1つのパケットを送信する。また、このような制御により1つの無線チャネルを複数の無線局で互いに時間をずらして共用することができ。

【0003】

このような無線パケット通信システムに用いられる従来の無線局は、図20に示すように送信バッファ、パケット送信制御部、変調器、無線送信部、無線受信部、キャリア検出部、復調器、パケット選択部、アンテナ、ヘッダ付加部及びヘッダ除去部を備えている。

送信すべき1つ又は複数のデータフレームからなる送信データフレーム系列は、図20のヘッダ付加部に入力される。実際のデータフレームとしては、例えばイーサネット（登録商標）フレームが用いられる。

【0004】

ヘッダ付加部は、入力された送信データフレーム系列中の各々のデータフレ

ムのデータ領域から抽出したデータブロックに対して、当該データフレームの宛先となる無線パケット通信装置のID情報を含む制御情報を付加し、図20に示すようなデータパケットを生成する。なお、制御情報には受信側の無線局がデータパケットを受信した際に元のデータフレームに変換するために必要な情報も含まれているものとする。このようなデータパケットで構成されるデータパケット系列が、ヘッダ付加部から出力され送信バッファに入力される。

【0005】

送信バッファは入力された1つ又は複数のデータパケットをバッファリングし、一時的に保持する。

一方、他の無線局が予め定めた1つの無線チャネル（以下、特定無線チャネル）で送信した無線信号は、自局のアンテナで受信され無線受信部に入力される。この無線受信部は、アンテナから入力された無線信号に対して、周波数変換、フィルタリング、直交検波、AD（アナログーデジタル）変換等の受信処理を施す。

【0006】

なお、無線受信部は前記特定無線チャネルに対応する受信処理だけを行う。また、自局のアンテナが送信のために使用されている時を除き、他の無線パケット通信装置が送信したデータパケットの有無とは無関係に、アンテナで受信された無線信号は無線受信部に入力される。従って、無線受信部はデータパケットの有無に合わせて適切な受信処理を行うことができる。

【0007】

前記特定無線チャネルで他の無線パケット通信装置からデータパケットが送信された場合には、自局の無線受信部における受信処理の結果として、受信したデータパケットに対応する複素ベースバンド信号が受信信号として得られる。また、同時に前記特定無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表すRSSI（Received Signal Strength Indicator）信号が得られる。

【0008】

なお、RSSI信号は、前記特定無線チャネルでデータパケットが送信されていたか否かとは無関係に無線受信部から出力される。従って、前記特定無線チャ

ネルでデータパケットが送信されていない場合には、前述の複素ベースバンド信号は出力されないが、当該無線チャネルにおけるRSSI信号が無線受信部から出力される。

【0009】

無線受信部から出力される受信信号及びRSSI信号は、復調器及びキャリア検出部にそれぞれ入力される。

キャリア検出部は、入力されたRSSI信号によってそれぞれ示される受信電界強度の値と予め定めた閾値とを比較し、受信電界強度の値が閾値よりも小さい場合には前記特定無線チャネルが空き無線チャネルであると判定し、それ以外の場合には前記特定無線チャネルがビジーであると判定する。この判定結果がキャリア検出結果としてキャリア検出部から出力される。

【0010】

キャリア検出部から出力されるキャリア検出結果は、パケット送信制御部に入力される。

パケット送信制御部は、入力されたキャリア検出結果を参照し、前記特定無線チャネルが空き状態か否かを認識する。そして、前記特定無線チャネルが空き状態であった場合には、バッファ中の1つのデータパケットを出力することを要求する要求信号を送信バッファに与える。

【0011】

送信バッファは、パケット送信制御部からの前記要求信号を受信すると、送信バッファが保持しているデータパケットのうち、送信バッファに入力された時刻が最も早いデータパケットを取り出してパケット送信制御部に与える。

パケット送信制御部は、送信バッファから入力されたデータパケットを変調器に対して出力する。変調器は、入力されたデータパケットに所定の変調処理を施して無線送信部に出力する。

【0012】

無線送信部は、変調処理後のデータパケットを変調器から入力し、このデータパケットに対してDA（ディジタルーアナログ）変換，周波数変換，フィルタリング，電力増幅等の送信処理を施す。

なお、無線送信部は前述の特定無線チャネルのみに対する送信処理を行う。無線送信部で送信処理されたデータパケットは、アンテナを介して送信される。

【0013】

一方、復調器は、無線受信部から入力された受信信号に対して復調処理を行う。この復調処理の結果として得られるデータパケットは、パケット選択部に与えられる。

パケット選択部は、復調器から入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、このデータパケットには図20に示すような宛先に関するID情報が付加されているので、このID情報が自局と一致するか否かを調べることにより、自局宛のデータパケットとそれ以外とを区別する。

【0014】

パケット選択部は、自局宛に送信されたデータパケットを受信した場合には当該パケットを受信データパケット系列としてヘッダ除去部に出力し、それ以外のパケットを受信した場合には当該パケットを破棄する。

ヘッダ除去部は、パケット選択部から入力された受信データパケット系列の各々のデータパケットに付加されている宛先のID情報を含む制御情報を除去し、元のデータフレームに変換し、受信データフレーム系列として出力する。

【0015】

以上に説明したような構成の無線局は、他の無線局（無線パケット通信装置）との間で、予め定めた1つの無線チャネルを介してデータパケットの送受信を行うことができる。

一方、非特許文献2においては、上述のような無線パケット通信技術において、周波数帯域を拡大することなく最大スループットを更に向上させるために、空間分割多重（SDM: Space Division Multiplexing）方式を適用することを提案している。

【0016】

【非特許文献1】

小電力データ通信システム／広帯域移動アクセスシステム（CSMA）標準規格

、ARIB STD-T71 1.0版、(社)電波産業会、平成12年策定

【0017】

【非特許文献2】

黒崎ほか、MIMOチャネルにより100Mb/sを実現する広帯域移動通信用SDM-COFDM方式の提案、信学技報、A-P2001-96、RCS 2001-135 (2001-10)

【0018】

【非特許文献3】

飯塚ほか、IEEE 802.11a準拠 5GHz帯無線LANシステム — パケット伝送特性 —、B-5-124、2000年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、2000年9月

【0019】

【発明が解決しようとする課題】

上述のような無線パケット通信技術において、最大スループットを向上させるための方法としては、変調多値数を増加すること、空間分割多重を適用すること、1チャンネルあたりの周波数帯域幅の拡大により無線区間のデータ伝送速度を高速化することなどが考えられる。

【0020】

しかし、例えば非特許文献3の中でも指摘されているように、パケット衝突回避のためにはパケットの送信直後に無線区間のデータ伝送速度に依存しない一定の送信禁止期間を設ける必要がある。この送信禁止期間を設けると、無線区間のデータ伝送速度が増大するにつれてデータパケットの転送効率（無線区間のデータ伝送速度に対する最大スループットの比）が低下することになるので、無線区間のデータ伝送速度を上げるだけではスループットの大幅な向上は困難であった。

【0021】

例えば、各々の無線局に複数の無線通信インタフェースを設ければ、独立した複数の無線回線を同時に形成することができる。そのような場合には、複数の無線チャネルを同時に使用して複数のデータパケットを並列に送信することも可能

である。これにより、スループットの大幅な改善も可能になる。

しかしながら、同時に使用する複数の無線チャネルの中心周波数が互いに近接しているような場合には、一方の無線チャネルから他方の無線チャネルが使用している周波数領域へ漏れ出す漏洩電力の影響が大きくなる。

【0022】

一般に、データパケットの伝送を行う場合には、送信側の無線局がデータパケットの無線信号を送信した後で、受信側の無線局は受信したデータパケットに対する送達確認パケット (Ack) を送信側の無線局に対して返送する。データパケット受信完了時から Ack を送信するまでの時間は、一般に受信したパケット長によらず一定である。この送達確認パケットを送信側の無線局が受信しようとする際に、漏洩電力の影響が現れる。

【0023】

例えば、図19において無線チャネル(1)と無線チャネル(2)の中心周波数が互いに近接している場合を想定すると、時刻 $t_3 - t_4$ で無線チャネル(1)に送達確認パケット (Ack(1)) が現れたときに、データパケット(2)を送信中である無線チャネル(2)からの漏洩電力の影響が無線チャネル(1)に現れるので、送信側の無線局は送達確認パケット (Ack(1)) を受信できない可能性が高くなる。このような状況では、同時に複数の無線チャネルを利用したとしてもスループットを改善するのは困難である。

【0024】

また、例えば無線LANシステムなどでは、伝送速度が可変であり、実際に使用する伝送速度を予め定められた複数種類の伝送速度の中から選択できる場合が多い。すなわち、伝送速度は無線チャネル毎に独立している。

従って、各無線局に複数の無線通信インタフェースを備え、複数の無線チャネルを使用して複数のデータパケットの送信を同時に開始した場合であっても、無線チャネル毎に伝送速度が異なるので、仮に送信する複数のデータパケットのデータサイズが同一であったとしても、データパケットの送信が終了する時刻は無線チャネル毎に異なる。このため、図19に示すような無線チャネル間のタイミングの違いによってチャネル間で干渉が発生し、送達確認パケットを受信できな

い可能性が高い。

【0025】

本発明は、各無線局が複数の無線チャネルを同時に利用できる場合に、チャネル間で電力の漏洩が生じる場合であっても送達確認パケットの受信に失敗する確率を減らして実効スループットを改善することが可能な無線パケット通信方法を提供することを目的とする。

【0026】

【課題を解決するための手段】

請求項1は、複数の無線チャネルの利用が可能でかつ無線チャネル毎に伝送速度の変更が可能な2つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信方法において、送信を行う無線局が、パケットの送信に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合には、空いている複数の無線チャネルを同時に選択し、選択された複数の無線チャネルの間の伝送速度に関する比率とデータサイズの比率が同一もしくは同等の複数のデータパケットを選択もしくは生成し、複数のデータパケットのデータサイズの比率と複数の無線チャネルの伝送速度の比率とが対応するように、前記複数のデータパケットのそれぞれを、選択された前記複数の無線チャネルの何れかに割り当てて同じタイミングで並列送信することを特徴とする。

【0027】

請求項1においては、同時に送信開始される複数のデータパケットのデータサイズの比率が、それらの送信に利用する複数の無線チャネルの伝送速度の比率と対応するように各データパケットのデータサイズが決定され、データサイズと伝送速度とが対応するように各データパケットの伝送に使用する無線チャネルが割り当てられるので、同時に送信開始される複数のデータパケットの伝送所要時間はほぼ同一になる。従って、同時に送信開始された複数のデータパケットの送信はほぼ同時に終了する。

【0028】

このため、送信された複数のデータパケットに対して受信側の無線局から返信

される複数の送達確認パケットもほぼ同じタイミングで現れる。また、送達確認パケットが現れるタイミングは全てのデータパケットの送信が終了した後になる。従って、無線チャネル間で漏洩電力が発生する場合であっても、送信側の無線局は隣接する無線チャネルからの漏洩電力の影響を受けることなく全ての送達確認パケットを受信することができる。

【0 0 2 9】

請求項 2 は、請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記無線局は、空いている無線チャネルが 1 つだけの場合には、1 つの無線チャネルを利用して 1 つのデータパケットを送信することを特徴とする。

請求項 2 においては、空き無線チャネルが 1 つだけの場合であってもデータパケットの送信を行うので、無線チャネルの利用効率が改善される。

【0 0 3 0】

請求項 3 は、請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記無線局は、1 つ以上の無線チャネルが空き状態の場合であっても、自局が他の無線チャネルを用いてデータパケットを送信していることを検出した場合には、少なくとも前記データパケットの送信が完了するまで待機してから新たなデータパケットの送信を開始することを特徴とする。

【0 0 3 1】

請求項 3 においては、1 つ以上の空き無線チャネルが現れた場合であっても、自局の他の無線チャネルの送信が終了するまで待ってから次のデータパケットを送信するので、チャネル間で電力の漏れが生じる場合であっても、隣接するチャネルからの漏洩電力の影響によって送達確認パケットの受信に失敗するのを避けることができ、スループットが改善される。

【0 0 3 2】

請求項 4 は、請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記無線局は、1 つ以上の無線チャネルが空き状態の場合であっても、検出した空き状態の無線チャネルの数が不足する場合には、少なくとも空き状態の無線チャネルの数が所定の条件を満たすまで待機してから新たな複数のデータパケットの送信を開始することを特徴とする。

【0033】

請求項4においては、常に複数の無線チャネルを用いて同時に複数のデータパケットを送信するので、複数の無線チャネルが同時に空き状態になる頻度が高いような状況では、単位時間あたり送信可能なデータパケットの数を増やすことができる。

【0034】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法の1つの実施の形態について図1～図13及び図18を参照して説明する。この形態は全ての請求項に対応する。

図1は送信処理(1)を示すフローチャートである。図2はこの形態の無線局の構成を示すブロック図である。図3は受信処理を示すフローチャートである。図4はパケットの構成を示す模式図である。図5は送信用データパケット生成処理(1-1)を示すフローチャートである。図6は送信用データパケット生成処理(1-2)を示すフローチャートである。図7は送信処理(2)を示すフローチャートである。図8は送信処理(3)を示すフローチャートである。図9～図13は各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。図18はフレーム変換の動作例を示す模式図である。

【0035】

この形態では、図2に示すように構成された無線局を2つ用いてこれらの無線局の間で無線回線を介してデータパケットを伝送する場合を想定している。勿論、これらの無線局の周囲には、同じ無線チャネルを利用する他の無線局も存在する可能性がある。実際には、例えばIEEE802.11規格に準拠する無線LANシステムを構成する無線基地局や無線端末をこれらの無線局として想定することができる。

【0036】

2つの無線局の間の無線回線上では、図4に示すようなデータパケット及びAckパケットが伝送される。データパケットは送信側の無線局から送出され、Ackパケットは受信したデータパケットに対する送達確認パケットとして受信側

の無線局から送出される。

図4に示すように、データパケットにはデータフレームの他に、パケット種別情報、宛先無線局の識別情報（ID）、送信元無線局の識別情報及びシーケンス番号を含む制御情報が含まれている。なお、制御情報には受信側の無線局がデータパケットを受信した際に元のデータフレームに変換するために必要な情報も含まれているものとする。また、Ackパケットにはパケット種別情報と直前に受信したデータパケットの送信元無線局の識別情報を含む制御情報が含まれている。

【0037】

図2に示す無線局は、複数の送受信処理部10(1)、10(2)、・・・と、データパケット生成部21、送信バッファ22、送信チャネル選択制御部23、パケット振り分け送信制御部24、データフレーム管理部28、パケット順序管理部25及びヘッダ除去部26とを備えている。

各送受信処理部10(1)、10(2)、・・・は、互いに異なる無線チャネルで無線通信を行う。これらの無線チャネルは、互いに無線周波数などが異なっているため、送受信処理部10(1)、10(2)、・・・が使用する無線回線は互いに独立している。

【0038】

各々の送受信処理部10は、変調器11、無線送信部12、アンテナ13、無線受信部14、復調器15、パケット選択部16、キャリア検出部17、送信状態保持部18、Ackパケット生成部19、空き無線チャネル判定部31及び伝送速度選択部32を備えている。

なお、図2には2つの送受信処理部10だけを示してあるが、1つの無線局に設ける送受信処理部10の数については必要に応じて増やしてもよい。なお、複数の送受信処理部10がそれぞれ使用する各無線チャネルの無線区間での伝送速度については、予め定められた複数種類の伝送速度の中から必要に応じて無線チャネル毎に独立に割り当てることができる。

【0039】

実際には、各伝送速度選択部32は、データパケット毎に、予め定めた複数の

伝送速度の中から何れか1つの伝送速度を各チャネルの伝搬環境に応じて選択する。伝送速度選択部32が選択した伝送速度の情報は、変調器11にBR(1), BR(2)として入力される。

各伝送速度選択部32が選択可能な伝送速度としては、例えば24Mbit/s, 12Mbit/sなどが想定される。

【0040】

図2に示す無線局においては、複数の送受信処理部10(1), 10(2), ... を備えているので、同時に複数の無線チャネルを利用して無線通信することができる。

送信バッファ22は、入力されたデータフレームのバッファリングを行い(図21のA1)、データフレーム管理部28からの指示に従ってデータフレームをデータパケット生成部21に出力する(図21のA12)。また、送信バッファ22は保持しているデータフレームに関する各種情報(宛先となる無線局のID, データ領域のデータサイズ, バッファ上の位置を表すアドレス情報)をデータフレーム管理部28に対して逐次通知する(図21のA2)。

【0041】

データフレーム管理部28は、送信バッファ22から通知された情報に基づいて送信バッファ22上のデータフレームに関する各種情報(宛先となる無線局のID, データ領域のデータサイズ, バッファ上の位置を表すアドレス情報)を管理する(図21のA3)。また、データフレーム管理部28はデータフレームの有無を送信チャネル選択制御部23に対して逐次通知し(図21のA4)、バッファ先頭のデータフレームと宛先が同一のデータフレームの情報(データ領域のデータサイズ, 送信バッファ22に入力された順番, 宛先となる無線局のID)をデータパケット生成部21に対して逐次通知する(図21のA5)。

【0042】

また、データフレーム管理部28は、データパケット生成部21からデータフレーム要求を受けると、送信バッファ22に対して指示した数のデータフレームを出力するよう指示を与える(図21のA11)。

送信バッファ22は、データフレームの出力指示が入力された場合、送信バッ

ファ 2 2 上の先頭フレームと同一の宛先を有するデータフレーム（先頭フレームを含む）のうち、送信バッファ 2 2 に入力された時刻が早いデータパケットから順に、指示された数のデータフレームを抽出してデータパケット生成部 2 1 に出力するとともに、抽出されたデータフレームを送信バッファ 2 2 上から消去する。

【0043】

データパケット生成部 2 1 は、送信バッファ 2 2 から入力された各データフレーム（入力データフレーム）に対して例えば図 1 8 に示すようなフレーム変換を行ってデータパケットを生成しパケット振り分け送信制御部 2 4 に出力する（図 2 1 の A 1 3）。データパケットの生成に用いるデータフレームの数については、データフレーム管理部 2 8 から通知される情報と、後述するパケット振り分け送信制御部 2 4 から通知される送信データパケットの数及び送信に使用する無線チャネルの伝送速度の情報とに基づいて決定する（図 2 1 の A 9）。

【0044】

データパケットを生成する際には、データパケット生成部 2 1 はデータフレーム管理部 2 8 に対して決定した数のデータフレームを要求し（図 2 1 の A 1 0）、送信バッファ 2 2 から出力されるデータフレームを加工してデータパケットを生成する。

図 1 8 に示す例では、送信データフレーム系列として 3 つの入力データフレームがデータパケット生成部 2 1 に入力され、かつ伝送速度が 12 Mbit/s 及び 24 Mbit/s の 2 つの空き無線チャネルを用いて 2 つのデータパケットを送信する場合を想定している。3 つの入力データフレームの各データ領域には、それぞれ 500 バイトのデータブロック B 1, 1500 バイトのデータブロック B 2, 1000 バイトのデータブロック B 3 が含まれている。各々の入力データフレームにはデータフレームの宛先を示す宛先無線局の ID 情報が含まれている。図 1 8 においては、3 つの入力データフレームの宛先が全て同じ場合を想定している。

【0045】

図 1 8 の例では、2 番目のデータブロック B 2 を 2 つのデータブロック B 2 (a

), B2(b)に分割し、1番目の出力データフレーム(MACフレーム)を形成する際に2つのデータブロックB1, B2(a)を連結し、2番目の出力データフレームを形成する際に2つのデータブロックB2(b), B3を連結している。

この例では、各データブロックB1, B2(a), B2(b), B3のデータサイズがそれぞれ500, 500, 1000, 1000であるため、1番目の出力データフレームのデータ領域のサイズは1000バイトになり、2番目の出力データフレームのデータ領域のサイズは2000バイトになる。

【0046】

この出力データフレームに宛先無線局のID情報及びデータフレームの順番を表すシーケンス番号(宛先毎に独立した連続番号)を含む制御情報を付加することにより、データパケットが生成される。

図18の例では生成された2つのデータパケットのデータ領域のサイズの比が1:2であり、対応する空き無線チャネルの伝送速度の比と同一になるため、データパケットを送信するのにかかる時間、すなわちパケット長が同一になる。

【0047】

一方、他の無線局が送信した無線信号が各送受信処理部10(1), 10(2), . . .の何れかに割り当てられた無線チャネルで送信された場合には、無線信号の電波は該当する送受信処理部10のアンテナ13で受信され、無線受信部14に入力される。

予め割り当てられた無線チャネルの無線信号がアンテナ13から入力されると、無線受信部14は、入力された無線信号に対して、周波数変換、フィルタリング、直交検波及びAD変換を含む受信処理を施す。

【0048】

なお、各送受信処理部10(1), 10(2), . . .の無線受信部14は、それぞれ予め割り当てられた無線チャネルに対応する受信処理を行う。また、各送受信処理部10(1), 10(2), . . .の無線受信部14には、それぞれに接続されたアンテナ13が送信のために使用されていない時には、他の無線局が送信したデータパケットの有無とは無関係に常にアンテナ13を介して割り当てられた無線チャネルを含む無線伝搬路上の無線信号が入力されており、無線受信部14はデ

ータパケットの有無に合わせて適切な受信処理を行う。

【0049】

割り当てられた無線チャネルでデータパケットが送信されていた場合には、受信した無線信号に対応するベースバンド信号が無線受信部14から出力される。また、割り当てられた無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表すRSSI信号が無線受信部14から出力される。

なお、RSSI信号は該当する無線チャネルでデータパケットが送信されていたか否かとは無関係に、接続されたアンテナ13が送信状態でなければ無線受信部14から常に出力される。

【0050】

また、何れの無線チャネルにおいてもデータパケットが送信されていなかった場合には、前述のような複素ベースバンド信号は出力されないが、各々の無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表すRSSI信号が各無線受信部14からそれぞれ出力される。

すなわち、RSSI信号は、当該無線チャネルにおいてデータパケットが送信されているか否かに関わらず、送信に使用されていないアンテナに対応する無線受信部14から常に出力される。無線受信部14から出力される受信信号及びRSSI信号は、復調器15及びキャリア検出部17にそれぞれ入力される。

【0051】

キャリア検出部17は、前述のRSSI信号が入力されると、入力されたRSSI信号によってそれぞれ示される受信電界強度の値と、予め与えられた閾値とを比較し、事前に与えられる計算方法によって算出される時間以上の間連続して受信電界強度の値が閾値よりも小さい場合には、割り当てられた無線チャネルがキャリア未検出のチャネルであると判定し、それ以外の場合には、対応する無線チャネルがビジーであると判定し、判定結果をキャリア検出結果としてそれぞれ出力する。

【0052】

なお、事前に与えられる計算方法によって算出される前述の時間についてはその都度変化させても良いが、本例では説明を簡略化するために、常に一定の時間

Tである場合を想定している。

従って、例えば、図19に示すように無線チャネル(1)及び無線チャネル(2)共に時刻 t_0 から T 時間経過後の時刻 t_1 まで連続してチャネルビジーでない状態が継続した場合には、時刻 t_1 の時点で無線チャネル(1)及び無線チャネル(2)の両方がキャリア未検出のチャネルであると判定する。

【0053】

また、図19の時刻 t_8 から時刻 t_9 までの間は、無線チャネル(1)はチャネルがビジー状態であるが、無線チャネル(2)はチャネルビジーでない状態が継続するため、時刻 t_9 においては無線チャネル(2)のみがキャリア未検出チャネルであり、無線チャネル(1)はビジーであると判定する。

なお、アンテナが既に送信状態にある場合にのみ、このアンテナに対応するキャリア検出部17にはRSSI信号が入力されない。

【0054】

キャリア検出部17にRSSI信号が入力されなかった場合には、当該キャリア検出部17は、対応する無線チャネルがビジーかどうか不明であることを示す判定結果をキャリア検出結果として出力する。各チャネルのキャリア検出部17から出力されるキャリア検出結果は、空き無線チャネル判定部31に入力される。

【0055】

また、各送受信処理部10の送信状態保持部18はそれぞれのチャネルを使用して自局がデータパケットの送信処理を行っている途中の状況にあるかどうかを示す送信状況情報を出力する。この送信状況情報は空き無線チャネル判定部31に入力される。

なお、アンテナがすでに送信状態にある場合には、当該アンテナで別のデータパケットに相当する無線信号を同時に送信することはできない。

【0056】

空き無線チャネル判定部31は、キャリア検出部17から入力される各無線チャネルに対応するキャリア検出結果と、送信状態保持部18から入力される送信状況情報とに基づいて各無線チャネルが空き無線チャネルかビジーかを判定する。

。すなわち、キャリア未検出でありかつ送信処理中でない場合には、対応する無線チャンネルが空き無線チャンネルであると判定し、それ以外の場合には対応する無線チャンネルがビジーであると判定する。各チャンネルの空き無線チャンネル判定部 31 の判定結果 CS (1), CS (2), . . . は送信チャンネル選択制御部 23 に入力される。また、後述するように送信チャンネル選択制御部 23 には、伝送速度選択部 32 が出力した各無線チャンネルの伝送速度の情報が入力される。

【0057】

一方、送信チャンネル選択制御部 23 は、これらのキャリア検出結果 CS (1), CS (2), CS (3) と、送信バッファ 22 上のデータフレームの有無とに基づいて、送信するデータパケット数及び送信に使用する無線チャンネルを決定する (図 21 の A6)。

また、送信チャンネル選択制御部 23 は決定したデータパケット数及びデータパケットの送信に用いる無線チャンネル及びその伝送速度の情報をパケット振り分け送信制御部 24 に与える (図 21 の A7)。

【0058】

パケット振り分け送信制御部 24 は、送信チャンネル選択制御部 23 から通知された数のデータパケットを出力するように、データパケット生成部 21 に対して要求する (図 21 の A8)。なお、パケット振り分け送信制御部 24 は、送信に使用する各無線チャンネルの伝送速度の情報も併せて通知する。

この要求に対して、データパケット生成部 21 は要求された数のデータパケットを生成して出力する (図 21 の A13)。なお、後述するように、複数のデータパケットを同時に送信する場合には、使用する複数の無線チャンネルの伝送速度の比率に合わせて、全てのデータパケットの伝送所要時間がほぼ同じになるように複数のデータパケットのデータサイズを調整してデータパケットを生成して出力する。

【0059】

例えば空き無線チャンネル数が 2 以上で、送信バッファ 22 上にデータフレームが存在する場合には、送信チャンネル選択制御部 23 は同時に送信するデータパケット数を 2 に決定し、決定した送信データパケット数と同数の互いに異なる複数

の無線チャネルを前記空き無線チャネルの中から選択する。そして、決定したデータパケット数、無線チャネルの選択結果及びそれに対応する伝送速度の情報をパケット振り分け送信制御部 24 に通知する。

【0060】

パケット振り分け送信制御部 24 は、データパケット生成部 21 から入力された各々のデータパケットを同時に送信した場合に、伝送所要時間（送信開始から送信終了までの所要時間）がほぼ同一になるように、各データパケットの相対的なデータサイズ及び送信チャネル選択制御部 23 から通知された各無線チャネルの相対的な伝送速度を考慮して、各データパケットを何れかの無線チャネルに対応付けし、対応する変調器 11 に対して出力する（図 21 の A14）。

【0061】

例えば、送受信処理部 10 (1), 10 (2) にそれぞれ無線チャネル C1, C2 が割り当てられている場合に、2つの無線チャネル C1, C2 が全て空き無線チャネルであり、送信チャネル選択制御部 23 が2つの無線チャネル C1, C2 を全て選択し、データパケット生成部 21 から図 18 に示す2つのデータパケットが同時に入力され、かつ無線チャネル C1, C2 の伝送速度がそれぞれ 12 Mbit/s, 24 Mbit/s であった場合には、パケットサイズが 1000 バイトのデータパケットを空き無線チャネル C1 に対応付け、パケットサイズが 2000 バイトのデータパケットを空き無線チャネル C2 に対応付ければよい。

【0062】

このような対応付けの結果、無線チャネル C1 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10 (1) 内の変調器 11 に入力され、無線チャネル C2 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10 (2) 内の変調器 11 に入力される。

各変調器 11 は、パケット振り分け送信制御部 24 からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して所定の変調処理を施して無線送信部 12 に出力する。

【0063】

各無線送信部 12 は、変調器 11 から入力された変調処理後のデータパケット

に対して、DA変換、周波数変換、フィルタリング及び電力増幅を含む送信処理を施す。各無線送信部12は、それぞれ予め割り当てられた1つの無線チャネルに対応した送信処理を行う。無線送信部12によって送信処理が施されたデータパケットは、アンテナ13を介して無線信号として送信される。

【0064】

パケット生成部22が送信用のデータパケットを生成する際に行う処理の概要が図5及び図6に示されている。この処理の内容について以下に説明する。

ステップS11では、利用可能な全ての無線チャネルの中から全ての空き無線チャネルを検索する。実際には、各送受信処理部10のキャリア検出部17を用いてチャネル毎に無線チャネルの空き状況を検出する。検出した空き無線チャネルの総数をNとする。

【0065】

空き無線チャネルを1つ以上検出した場合には次のステップS12に進み、変数Kを0に初期化する。

ところで、各送受信処理部10における情報の伝送速度は予め固定されている場合もあるし、予め定めた複数種類の伝送速度の中から必要に応じて選択可能な場合には、無線回線の品質などを反映して無線チャネル毎に逐次変更される場合もある。

【0066】

図5のステップS13では、使用可能な全ての無線チャネルの伝送速度が同一か否かを識別する。同一であればステップS14に進み、無線チャネル毎に異なる伝送速度が割り当てられている場合には図6のステップS31に進む。

ステップS14では、この後で生成するデータ系列の最大サイズDmaxを決定する。すなわち、事前に決定されたデータパケットのデータ部の最大サイズPmaxと空き無線チャネル数N（同時送信パケット数と同数）とを用いて（Pmax・N）の計算結果をデータ系列の最大サイズDmaxに決定する。

【0067】

ステップS15では、変数Kを更新する。

ステップS16では、送信バッファ22上から先頭のデータフレーム（最も早

い時刻に入力されたフレーム)と宛先が同一のK個のデータフレーム(先頭のデータフレームを含む)を順番に集める。また、集めたK個のデータフレームのデータ領域に関するデータサイズの合計を $D_{sum}(K)$ として求める。

【0068】

ステップS17では、 $D_{sum}(K)$ と D_{max} とを比較する。また、ステップS18では変数KとPとを比較する。Pは送信バッファ22上の先頭フレームと宛先が同じデータフレーム(先頭フレームを含む)の数である。

$(D_{sum}(K) \leq D_{max})$ が成立する間はステップS17からS18に進む。また、 $(K < P)$ が成立する間はステップS18からS15に戻る。従って、 $(D_{sum}(K) \leq D_{max})$ かつ $(K < P)$ が成立する間はステップS15、S16の処理を繰り返す。そして、 $(D_{sum}(K) > D_{max})$ になるとステップS17からS19に進み、 $(D_{sum}(K) > D_{max})$ になる前に $(K = P)$ になるとステップS18からS21に進む。

【0069】

ステップS19では、ステップS16で集めたK個のデータフレームのうち、先頭から $(K-1)$ 個のデータフレームの各々のデータ領域を抽出して順番に連結し、一連のデータ系列を生成する。

例えば、 $(K-1)$ 個のデータフレームが図18に示す3つの入力データフレームであった場合には、3つのデータブロックB1、B2、B3を順番に連結したものがステップS19のデータ系列となる。

【0070】

ステップS20では次の計算を行って D_c 、 D_f の値を求める。

$$D_c = \text{ceil}(D_{sum}(K-1)/N)$$

$$D_f = \text{floor}(D_{sum}(K-1)/N)$$

$\text{ceil}(x)$ は x 以上の最小の整数(切り上げ)を表し、 $\text{floor}(x)$ は x 以下の最大の整数(切り下げ)を表す。

【0071】

一方、ステップS21では、ステップS16で集めたK個のデータフレームの各々のデータ領域を抽出して順番に連結し、一連のデータ系列を生成する。例え

ば、K個のデータフレームが図6に示す3つの入力データフレームであった場合には、3つのデータブロックB1, B2, B3を順番に連結したものがステップS21のデータ系列となる。

【0072】

ステップS20では次の計算を行ってDc, Dfの値を求める。

$$Dc = \text{ceil} (D_{\text{sum}}(K)/N)$$

$$Df = \text{floor} (D_{\text{sum}}(K)/N)$$

ステップS23では、ステップS19又はS21で生成したデータ系列を、先頭から順に各々のデータサイズがDc又はDfと一致するN個のデータブロックに分割する。

【0073】

ステップS24では、S23で形成された複数のデータブロックのデータサイズが全て同一か否かを調べる。同一でない場合には、ステップS25でデータブロック毎に、データサイズがDcになるように必要に応じてダミーデータを付加する。

ステップS26では、ステップS23で生成され必要に応じてステップS25でサイズ統一処理された各データブロックに所定の制御情報を付加して、データサイズが同一のN個のデータパケットを生成する。

【0074】

例えば2つの無線チャネルが同時に空き状態の場合、データサイズが同一の2個のデータパケットがステップS26で生成される。そして、例えば図9に示す時刻t1で2個のデータパケット(1), (2)が同時に送信開始される。データパケット(1), (2)のデータサイズは同一であり、ステップS26を実行するときには使用する2つの無線チャネルの伝送速度が同一なので、データパケット(1), (2)の送信は同じ時刻(t2)に終了する。

【0075】

一方、使用する空き無線チャネル毎に伝送速度が異なる場合には、図6のステップS31に進み、各無線チャネルの伝送速度(R(1), R(2), ..., R(N))の中の最大値を最大伝送速度Rhighに定める。

次のステップS32では、生成するデータ系列の最大サイズ D_{max} を決定する。すなわち、事前に決定されたデータパケットのデータ部の最大サイズ P_{max} と($R(i)/R_{high}$)の($i=1\sim N$)の範囲の総和 M とを用いて($P_{max} \cdot M$)の計算結果をデータ系列の最大サイズ D_{max} に決定する。

【0076】

ステップS33では、変数 K を更新する。

ステップS34では、送信バッファ21上から先頭のデータフレーム（最も早い時刻に入力されたフレーム）と宛先が同一の K 個のデータフレーム（先頭のデータフレームを含む）を順番に集める。また、集めた K 個のデータフレームのデータ領域に関するデータサイズの合計を $D_{sum}(K)$ として求める。

【0077】

ステップS35では、 $D_{sum}(K)$ と D_{max} とを比較する。また、ステップS36では変数 K と P とを比較する。 P は送信バッファ22上の先頭フレームと宛先が同じデータフレーム（先頭フレームを含む）の数である。

($D_{sum}(K) \leq D_{max}$) が成立する間はステップS35からS36に進む。また、($K < P$) が成立する間はステップS36からS33に戻る。従って、($D_{sum}(K) \leq D_{max}$) かつ ($K < P$) が成立する間はステップS33、S34の処理を繰り返す。そして、($D_{sum}(K) > D_{max}$) になるとステップS35からS37に進み、($D_{sum}(K) > D_{max}$) になる前に ($K = P$) になるとステップS36からS39に進む。

【0078】

ステップS37では、ステップS34で集めた K 個のデータフレームのうち、先頭から($K-1$)個のデータフレームの各々のデータ領域を抽出して順番に連結し、一連のデータ系列を生成する。

ステップS38では、($1 \leq j \leq N$)の範囲内の全ての整数 j について以下の計算を行って $D_c(j)$ 、 $D_f(j)$ を求める。

$$D_c(j) = \text{ceil} (D_{sum}(K-1) \cdot R(j) / \sum R(i))$$

$$D_f(j) = \text{floor} (D_{sum}(K-1) \cdot R(j) / \sum R(i))$$

つまり、空き無線チャネル(j)毎に伝送速度 $R(j)$ に応じた値 $D_c(j)$ 、を D_f

(j)を求める。なお、 $\Sigma R(i)$ は ($i=1 \sim N$) の範囲内の $R(i)$ に関する総和である。

【0079】

一方、ステップ S 39 では、ステップ S 34 で集めた K 個のデータフレームの各々のデータ領域を抽出して順番に連結し、一連のデータ系列を生成する。

ステップ S 40 では、($1 \leq j \leq N$) の範囲内の全ての整数 j について以下の計算を行って D_c 、 D_f を求める。

$$D_c(j) = \text{ceil} (D_{\text{sum}}(K) \cdot R(j) / \Sigma R(i))$$

$$D_f(j) = \text{floor} (D_{\text{sum}}(K) \cdot R(j) / \Sigma R(i))$$

なお、 $\Sigma R(i)$ は ($i=1 \sim N$) の範囲内の $R(i)$ に関する総和である。

【0080】

ステップ S 41 では、ステップ S 37 又は S 39 で生成したデータ系列を、先頭から順に各々のデータサイズが $D_c(j)$ 又は $D_f(j)$ と一致する N 個のデータブロックに分割する。j 番目のデータブロックはデータサイズが $D_c(j)$ 又は $D_f(j)$ になり、伝送速度が $R(j)$ の空き無線チャネルに対応付けられる。

例えば、図 18 に示す 3 つのデータブロック B1、B2、B3 の連結によりステップ S 37 又は S 39 でデータ系列が生成された場合に、空き無線チャネル数 N が 2 であり、かつそれらの伝送速度がそれぞれ 12 Mbit/s 及び 24 Mbit/s であった場合には、3000 バイトのデータ系列が 2 分割され、1000 バイトの 1 つのデータブロック (図 18 の B1+B2 (a)) と 2000 バイトのもう 1 つのデータブロック (図 18 の B2 (b) + B3) とがステップ S 41 で形成される。

【0081】

ステップ S 42 では、ステップ S 41 で生成された各データブロックに所定の制御情報を付加してパケット長 (伝送所要時間) が同一の N 個のデータパケットを生成する。また、必要に応じて各データブロックにダミーデータを付加し、パケット長を揃える。

ステップ S 42 を実行する場合には、空き無線チャネル毎に伝送速度 $R(i)$ が独立しているが、各空き無線チャネルの送信に割り当てられるデータパケットの

データサイズが伝送速度 $R(i)$ の比に合わせてステップ S 4 1 で調整されるので、各データパケットの伝送所要時間は同一になる。

【0082】

従って、ステップ S 4 2 で生成された N 個のデータパケットを同時刻に送信開始すると、前記伝送所要時間を経過した後の同一時刻に N 個のデータパケットの送信が終了する。

このため、無線チャネル間で電力の漏洩が生じる場合であっても、受信側の無線局が受信したデータパケットに対する送達確認パケット（例えば図 9 の Ack(1), Ack(2)）を送信する際には、送信側の無線局は全ての無線チャネルでデータパケットの送信を終了しているので、全ての送達確認パケットを問題なく受信できる。

【0083】

なお、データパケットに付加される前述のパケット種別は、そのパケットが送信データを送受信するために使用されるデータパケットであることを表す。また、図 4 に示す Ack パケットに付加されるパケット種別は、そのパケットが送達確認信号であることを表す。

また、データパケットに付加する送信先（宛先）となる無線局の ID 情報については、データフレーム管理部 28 から入力された ID 情報を用いる。

【0084】

パケット振り分け送信制御部 24 によって各無線チャネルに対応付けられたデータパケットは、対応する無線チャネルの送受信処理部 10 に備わった変調器 11 に入力される。

また、パケット振り分け送信制御部 24 は、データパケットの出力を開始した時点において割り当てられた無線チャネルを使用してデータパケットの送信処理を開始したことを示す送信処理開始情報を該当する無線チャネルの送受信処理部 10 に備わった送信状態保持部 18 に対して出力する。また、データパケットの出力を終了した時点においては、割り当てられた無線チャネルを使用したデータパケットの送信が終了したことを示す送信終了情報を該当する無線チャネルの送受信処理部 10 に備わった送信状態保持部 18 に対して出力する。

【0085】

複数の無線チャネルを同時に使用して複数のデータパケットを送信する場合には、複数の無線チャネルに対応する複数の送受信処理部10のそれぞれに対して、データパケット、送信処理開始情報及び送信終了情報がパケット振り分け送信制御部24から出力される。

各送受信処理部10内の送信状態保持部18は、該当する無線チャネルを使用してデータパケットの送信処理を開始したことを示す送信処理開始情報が入力されると、各々の無線チャネルに対応する送信状況を「データパケット送信中」に変更して保持し、保持している各無線チャネルの送信状況を空き無線チャネル判定部31に対して出力する。また、データパケットの送信が終了したことを示す送信終了情報が入力されると、各々の無線チャネルに対応する送信情報を「送達確認待ち」に変更して保持する。

【0086】

各送受信処理部10内の変調器11は、パケット振り分け送信制御部24からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して伝送速度選択部32から出力される信号(BR(1), BR(2), ...)に対応する伝送速度で送信できるように適切な変調処理を施す。変調処理を施されたデータパケットは、無線送信部12に対して出力される。

【0087】

各送受信処理部10内の無線送信部12は、変調器11から入力された変調処理後のデータパケットに対し、DA(ディジタルーアナログ)変換、周波数変換、フィルタリング、電力増幅等の送信処理を施す。各無線送信部12は、それが属する送受信処理部10に割り当てられた無線チャネルに対応した送信処理を行う。無線送信部12で送信処理が施されたデータパケットは、アンテナ13を介して送信される。

【0088】

一方、他の無線局が送信した無線信号が各送受信処理部10(1), 10(2), ...の何れかに割り当てられた無線チャネルで送信された場合には、無線信号の電波は該当する送受信処理部10のアンテナ13で受信され、無線受信部14に

入力される。

予め割り当てられた無線チャネルの無線信号がアンテナ 13 から入力されると、無線受信部 14 は、入力された無線信号に対して、周波数変換、フィルタリング、直交検波及び A/D 変換を含む受信処理を施す。

【0089】

割り当てられた無線チャネルでデータパケットが送信されていた場合には、受信した無線信号に対応するベースバンド信号が無線受信部 14 から出力される。また、割り当てられた無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表す RSSI 信号が無線受信部 14 から出力される。

復調器 15 は、無線受信部 14 が出力するベースバンド信号を復調する。その復調出力はパケット選択部 16 に入力される。

【0090】

パケット選択部 16 は、復調器 15 から入力された復調出力のパケットについて最初にその種別を識別する。すなわち、各パケットのヘッダには図 4 に示すようにパケット種別情報が含まれているので、この情報を参照して入力されたパケットがデータパケットか ACK パケット（送達確認パケット）かを識別する。

一方、パケット選択部 16 に入力されたパケットがデータパケットであった場合には、入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、各データパケットには図 4 に示すようにヘッダとして宛先無線局の ID が含まれているので、その ID が自局と一致するか否かを調べることで、各データパケットが自局宛か否かを識別できる。

【0091】

パケット選択部 16 に入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものであった場合には、パケット選択部 16 は当該パケットを ACK パケット生成部 19 及びパケット順序管理部 25 に出力する。また、自局宛でないパケットを検出した場合には、パケット選択部 16 は当該パケットを破棄する。

ACK パケット生成部 19 は、パケット選択部 16 からデータパケットが入力されると、そのヘッダから送信元無線局の ID を抽出し、それを含む図 4 に示すような ACK パケットを生成する。

【0092】

A c k パケット生成部 1 9 が生成した A c k パケットは、変調器 1 1 で変調され、データパケットを送信する場合と同様に、無線送信部 1 2 で処理されアンテナ 1 3 から無線信号として送出される。

パケット順序管理部 2 5 は、入力された各データパケットに付加されているシーケンス番号（図 4 参照）を調べ、受信した複数のデータパケットの並びを適切な順番、すなわちシーケンス番号順に並べ替える。その結果を受信データパケット系列としてヘッダ除去部 2 6 に出力する。

【0093】

ヘッダ除去部 2 6 は、入力された受信データパケット系列に含まれている各々のデータパケットからヘッダ部分、すなわちパケット種別情報、宛先無線局の I D、送信元無線局の I D 及びシーケンス番号を含む制御情報を除去し、元のデータフレームに変換し、受信データフレーム系列として出力する。

なお、必要に応じて当該受信データを送信した無線局の I D 情報をヘッダ除去部 2 6 から併せて出力するように構成してもよい。

【0094】

一方、復調器 1 5 からパケット選択部 1 6 に入力されたパケットが A c k パケットであった場合には、パケット選択部 1 6 はこのパケット中の I D 情報を調べて自局の I D と一致するか否かを識別する。一致した場合には、当該パケットが送信された際に使用された無線チャネルの送信状態保持部 1 8 に対して、A c k パケットを受信したことを示す送達確認完了信号を出力し、一致しない場合には当該パケットを破棄する。

【0095】

送信状態保持部 1 8 は、パケット選択部 1 6 から送達確認完了信号が入力されると、対応する無線チャネルを使用して直前に送信したデータパケットの送信処理が完了したことを認識して各々の無線チャネルに対応する送信状況を「送信待機中」に変更して保持し、保持している各無線チャネルの送信状況を空き無線チャネル判定部 3 1 に対して出力するとともに、データパケットの送信が成功したことを示す送信成否情報を伝送速度選択部 3 2 に対して出力する。

【0096】

一方、送信状況が「送達確認待ち」に変更してから一定時間経過してもパケット選択部16から送達確認完了信号が入力されない場合には、対応する無線チャネルを使用して直前に送信したデータパケットが送信先の無線局にて正常に受信されなかったものとみなし、各々の無線チャネルに対応する送信情報を「送信待機中」に変更して保持し、データパケットの送信が失敗したことを示す送信成否情報を伝送速度選択部32に対して出力する。

【0097】

このようにしてAckパケットの送受信を行うことにより、送信側の無線局は、送信したデータパケットが確実に受信側で受信されたことをデータパケットの送信毎に確認しながら、当該無線チャネルを介して複数のデータパケットを送信できる。

また、各チャネルの伝送速度選択部32は、送信状態保持部18から入力された送信成否情報を参照し、連続して送信成功した回数が予め定めた一定数に達し、かつ、前回の送信時に用いた伝送速度よりも高速な伝送速度を用いることが可能な場合には、前回の送信時に用いた伝送速度よりも一段階高速な伝送速度を選択する。また、連続して送信失敗した回数が予め定めた一定数に達し、かつ、前回の送信時に用いた伝送速度よりも低速な伝送速度を用いることが可能な場合には、前回の送信時に用いた伝送速度よりも一段階低速な伝送速度を選択し、それ以外の場合には、前回の送信時に用いた伝送速度を再度選択する。

【0098】

伝送速度選択部32の選択した伝送速度の情報は、各変調器11に入力されるとともに、送信チャネル選択制御部23に入力される。従って、各送受信処理部10の送信時の伝送速度は伝送速度選択部32によって自動的に決定される。

従って、複数の無線チャネルの伝送速度はチャネル毎に独立している。しかし、データパケット生成部21は図5、図6に示すような処理を行ってデータパケットを生成するので、複数のデータパケットを同時に送信する場合には、生成される複数のデータパケットのデータサイズは伝送速度の比率に従って自動的に調整される。

【0099】

このため、例えば図9に示す時刻 t_1 で空き状態の2つの無線チャネル(1), (2)を同時に使って、2つのデータパケット(1), (2)を送信する場合に、2つの無線チャネル(1), (2)の伝送速度が互いに異なっている場合であっても、これらの伝送速度の比率に従って事前に2つのデータパケット(1), (2)のデータサイズが調整されているので、データパケット(1)の送信所要時間(データサイズ/伝送速度)とデータパケット(2)の送信所要時間とが同一になり、時刻 t_2 で2つのデータパケット(1), (2)の送信が同時に完了する。そのため、無線チャネル間で電力の漏れが生じる場合であっても、送達確認信号である $Ack(1)$, $Ack(2)$ の受信には影響を及ぼさない。

【0100】

なお、同時に送信する複数のデータパケットのパケット長が互いに等しくない場合には、その分だけデータパケット(1)及びデータパケット(2)の送信が完了する時刻が異なることになるため、 $Ack(1)$ 及び $Ack(2)$ を受信するタイミングにもこれに相当する分だけ差が生じることになる。しかしながら、データパケット(1)及びデータパケット(2)のパケット長の差が十分に小さく、各々のデータパケットの送信完了時刻の差が、データパケットの送信完了時から Ack の受信を開始するまでの時間よりも短ければ、送信電力の漏れの影響を受けることなく $Ack(1)$ 及び $Ack(2)$ を受信できる。

【0101】

従って、例えばステップ S_{23} 及びステップ S_{41} においてパケット長の差が前述のように十分小さい N 個のデータパケットを生成する場合には、ステップ S_{25} あるいはステップ S_{42} においてパケット長を同一にするためダミーデータを付加しなくても良い。

図2に示す無線局が行う送信処理の概要について、図1を参照しながら説明する。

【0102】

ステップ S_{51} では、利用可能な全ての無線チャネルの中から全ての空き無線チャネルを検索する。実際には、各送受信処理部10のキャリア検出部17及び

空き無線チャネル判定部 31 を用いてチャネル毎に無線チャネルの空き状況を検出する。検出した空き無線チャネルの総数を N とする。

空き無線チャネルを 1 つ以上検出した場合にはステップ S 51 から次の S 52 に進み、送信バッファ 22 上にデータフレームが存在するかどうかを調べ、データフレームが存在すれば次のステップ S 53 に進む。

【0103】

ステップ S 53 では、送信バッファ 22 上の 1 つあるいは複数のデータフレームから N 個のデータフレームを生成し、N 個の空き無線チャネルを送信のために選択する。

ステップ S 58 では、選択された各無線チャネルの相対的な伝送速度と生成された各データパケットの相対的なデータサイズとに基づいて、全てのデータパケットに関する伝送所要時間がほぼ同一になるように、それぞれのデータパケットと無線チャネルとを対応付ける。

【0104】

ステップ S 59 では、次のデータパケットの送信で適用される伝送速度を事前に決定された伝送速度に定める。この処理は各無線チャネルの伝送速度選択部 32 によって制御される。

ステップ S 60 では、無線チャネル毎に伝送速度選択部 32 の決定した伝送速度に従って変調器 11 がデータパケットの変調調理を行う。変調された各データパケットはステップ S 62 で送信開始される。複数のデータパケットを並列送信する場合には、同じタイミングで送信開始される。

【0105】

従って、例えば 2 つの無線チャネル (1), (2) が空き状態の時に 2 つのデータパケット (1), (2) が生成された場合には、図 9 に示す時刻 t_1 でデータパケット (1), (2) が無線チャネル (1), (2) で同時に送信開始される。また、2 つのデータパケット (1), (2) のデータサイズは各無線チャネルの伝送速度比に合わせて事前に調整してあるので、2 つのデータパケット (1), (2) の送信は共に時刻 t_2 で終了する。

【0106】

なお、同時に送信する複数のデータパケットのパケット長が互いに等しくない場合には、その分だけデータパケット(1)及びデータパケット(2)の送信が完了する時刻が異なることになるため、Ack(1)及びAck(2)を受信するタイミングにもこれに相当する分だけ差が生じることになる。しかしながら、データパケット(1)及びデータパケット(2)のパケット長の差が十分に小さく、各々のデータパケットの送信完了時刻の差が、データパケットの送信完了時からAckの受信を開始するまでの時間よりも短ければ、送信電力の漏れの影響を受けることなくAck(1)及びAck(2)を受信できる。

【0107】

従って、例えばステップS53においてデータパケット生成部21が1つあるいは複数のデータフレームからパケット長の差が前述のように十分小さいN個のデータパケットを生成しても良い。

一方、図2に示す無線局が無線信号の受信を行う場合には、各々のデータパケットに対して図3に示すような受信処理が実行される。なお、図3においてはAckパケットに対する処理の記載は省略されている。

【0108】

図3のステップS121では、全ての送受信処理部10で受信可能な複数(送受信処理部10の数と同数)の無線チャネルのそれぞれについて、データパケットの受信処理を実行する。パケットを受信した場合には、ステップS122でデータパケットに含まれている宛先無線局のIDを参照し、自局宛のパケットか否かを識別する。

【0109】

自局宛のデータパケットを受信した場合にはステップS123でそのデータパケットの処理を実行し、自局宛でないデータパケットを受信した場合にはステップS124でそのデータパケットを破棄する。

ステップS122、S123、S124については、受信したデータパケットのそれぞれについて実行する。

【0110】

次に、送信処理の各種変形例について説明する。なお、図7、図8において図

1 と対応するステップには同一の番号を付けて示してある。図 1 と同じ部分については以下の説明を省略する。

図 7 に示す送信処理 (2) においては、ステップ S 5 1 - S 5 2 の間にステップ S 7 1 が追加されている。ステップ S 7 1 では、自局がステップ S 1 1 で検出した空き無線チャネル以外の他の無線チャネルで送信中か否かを識別する。実際には、各送受信処理部 1 0 の送信状態保持部 1 8 に保持された情報を参照して識別する。

【0111】

そして、他の無線チャネルで送信中でない場合に限りステップ S 7 1 から S 5 2 に進む。従って、他の無線チャネルで既に送信中の場合には、次のデータパケットは送信されず、送信が終了するまで待った後で次のデータパケットの送信を行う。

例えば、図 1 3 に示す時刻 t_6 のように空き無線チャネルが 1 つだけの場合には 1 つのデータパケット (3) のみが送信される。その送信を開始した後で、新たな空き無線チャネルが現れた場合には、空き無線チャネルを利用して次のデータパケットを送信することが可能である。

【0112】

しかし、例えば図 1 3 においてデータパケット (3) の送信中に次のデータパケット (4) を時刻 t_8 で送信開始すると、それらの送信タイミングが異なるため、無線チャネル間の漏洩電力の影響により送達確認信号 A c k (3) が受信できない可能性がある。

ステップ S 7 1 を設けることにより、例えば図 1 1 のデータパケット (4) は、データパケット (3) に対する送達確認信号 A c k (3) が現れた後の時刻 t_{11} で送信開始される。

【0113】

図 8 に示す送信処理 (3) においては、ステップ S 5 2 - S 5 8 の間にステップ S 7 2, S 7 3 が追加されている。

ステップ S 7 2 では、空き無線チャネル数 N が十分か否かを識別するために、空き無線チャネル数 N と閾値 N_{th} (予め定めた定数でもよく、送信待ちデータの

数を最大パケットサイズで割り算して得られた数をさらに切り上げて整数化した数のように予め定めた手順によって算出された数でもよい)とを比較する。また、初回のみステップS72でタイマをスタートする。 $(N > N_{th})$ であればステップS58に進むが、 $(N \leq N_{th})$ の間はステップS73を通してステップS51に戻り、空き無線チャネル数Nが増えるまで待機する。なお、タイムアップした場合には、空き無線チャネル数Nが N_{th} に満たない場合でもS58に進む。

【0114】

例えば図12において、時刻 $t_5 - t_7$ は無線チャネル(1)がチャネルビジーであり、無線チャネル(2)のみが空き状態、すなわち空き無線チャネル数Nが1である場合を想定している。例えば $(N_{th} = 1)$ の場合を想定すると、時刻 t_5 で送信すべきデータパケットが現れたとしても、 $(N \leq N_{th})$ であるため空き無線チャネル数Nが増えるまで待機する。その結果、空き無線チャネル数Nが2になった後の時刻 t_8 で2つのデータパケット(3)、(4)を同時に送信開始する。

【0115】

なお、図7に示す処理と図8に示す処理とを組み合わせても良い。

なお、一般にパケットサイズはパケットを構成しているデータ量(バイト数など)を表し、パケット長は当該パケットの伝送にかかる所要時間を表す。この明細書においても同様の意味として用いている。従って、伝送速度が同じ複数の無線チャネルを用いる場合には、同時に送信する複数のパケットのパケットサイズを統一することとパケット長を統一することとは結果的に同じことを意味する。但し、同時に使用する複数の無線チャネルの伝送速度が異なる場合には、同時に送信する複数のパケットのパケット長を統一するためには、伝送速度の比に応じて互いにパケットサイズが異なる複数のパケットを選択する必要がある。

【0116】

(第2の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法のもう1つの実施の形態について、図14、図15及び図17を参照して説明する。

図14は送信用データパケット生成処理(2-1)を示すフローチャートである。図15は送信用データパケット生成処理(2-2)を示すフローチャートで

ある。図 17 は空間分割多重を行う通信装置の構成例を示すブロック図である。

【0117】

この形態は第 1 の実施の形態の変形例である。

この形態では、図 3 に示す無線局と同様に、無線チャネル毎に独立した複数の送受信処理部 10 を備える無線局を 2 つ用いてこれらの無線局の間で無線回線を介してデータパケットを伝送する場合を想定している。また、図示しないがこの形態では各送受信処理部 10 に、公知の空間分割多重技術（非特許文献 2 参照）を実現するための機能要素（例えば図 17 に示す要素）が付加されている。

【0118】

空間分割多重技術を採用することにより、各々の無線チャネルで同時に複数の独立した無線信号を伝送することができる。空間分割多重を行う通信装置の構成及び動作について、図 17 を参照しながら説明する。

なお、図 17 に示す通信装置においては、空間分割多重（SDM）と符号化 C OFDM（Coded OFDM）とを組み合わせた構成になっている。

【0119】

図 17 に示す送信局 50 は、畳み込み符号化部 51、マッピング処理部 52、SDM-COFDM 用プリアンブル作成部 53、IFFT 処理部 54、無線送信部 55 及びアンテナ 56 を備えている。また、畳み込み符号化部 51、マッピング処理部 52、IFFT 処理部 54、無線送信部 55 及びアンテナ 56 はそれぞれ多重数に対応する数だけ備わっている。

【0120】

また、図 17 に示す受信局 60 は、アンテナ 61、無線受信部 62、FFT 処理部 63、伝達係数推定部 64、混信補償処理部 65、重み係数推定部 66、乗算部 67、デマッピング処理部 68 及びビタビ復号器 69 を備えている。また、アンテナ 61、無線受信部 62、FFT 処理部 63、乗算部 67、デマッピング処理部 68 及びビタビ復号器 69 はそれぞれ多重数に対応する数だけ備わっている。

【0121】

例えば図 17 において、送信側のアンテナ 56 (1) から送信される無線信号は

、受信側の2つのアンテナ61(1), 61(2)でそれぞれ受信される。また、送信側のアンテナ56(2)から送信される無線信号は、受信側の2つのアンテナ61(1), 61(2)でそれぞれ受信される。

送信側のアンテナ56(1)から出力される無線信号とアンテナ56(2)から出力される無線信号とは、互いに周波数などが同一の無線チャネルで送信される。

【0122】

従って、受信側のアンテナ61(1)は同一の無線チャネルで、送信側のアンテナ56(1)から送信された無線信号とアンテナ56(2)から送信された無線信号とを同時に受信する。また、受信側のアンテナ61(2)も同一の無線チャネルで、送信側のアンテナ56(1)から送信された無線信号とアンテナ56(2)から送信された無線信号とを同時に受信する。

【0123】

一般的な通信においては、同一の無線チャネルで複数の無線信号が同時に送信されるとそれらが互いに混信を発生することになり、いずれの無線信号も正しく受信することができない。

ところが、図17に示すように送信側の複数のアンテナ56(1), 56(2)の間隔が十分に大きく、受信側の複数のアンテナ61(1), 61(2)の間隔も十分に大きい場合には、アンテナ56(1)から送信されてアンテナ61(1)で受信される無線信号の伝搬経路とアンテナ56(2)から送信されてアンテナ61(1)で受信される無線信号の伝搬経路との間、並びにアンテナ56(1)から送信されてアンテナ61(2)で受信される無線信号の伝搬経路とアンテナ56(2)から送信されてアンテナ61(2)で受信される無線信号の伝搬経路との間には十分に大きな経路差が生じる。

【0124】

従って、送信側のアンテナ56(1)から送信されて受信側の各アンテナ61(1), 61(2)に届く無線信号に関する伝達係数と、送信側のアンテナ56(2)から送信されて受信側の各アンテナ61(1), 61(2)に届く無線信号に関する伝達係数との間には大きな違いが生じる。

そこで、同じ無線チャネルで同時に送信された複数の無線信号を、それらの間

の伝達係数の違いに対応する受信側のデジタル信号処理によって互いに分離することが可能になる。このため、例えば図17に示すように送信側に2つのアンテナ56(1), 56(2)を設ける場合には、1つの無線チャネルに2つの独立した無線信号を多重化して送信することが可能になる。

【0125】

図17に示す例では、送信局50に設けられた2つの畳み込み符号化部51(1), 51(2)のそれぞれの入力に、1つの無線チャネルで多重化して送信する複数のデータパケットCH(1), CH(2)が入力される。各畳み込み符号化部51は、入力されるデータパケットに対して畳み込み符号化を行う。

図17に示す通信装置においては、データパケットとしてパケット単位で無線信号を伝送する。各々のデータパケットには、SDM-COFDM用プリアンブル作成部53の作成したSDM-COFDM用プリアンブルがマッピング処理部52で付加される。このプリアンブルは、受信側で伝達係数の推定に利用される。

【0126】

また、マッピング処理部52は変調方式に応じて複数のサブキャリアに対する信号のマッピングを行う。マッピング処理部52から出力された信号は、IFFT処理部54で逆フーリエ変換処理を施され、周波数領域から時間領域の信号に変換された後、無線送信部55で変調されOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重) の無線信号として何れかのアンテナ56から送信される。

【0127】

無線送信部55(1)が生成する無線信号と無線送信部55(2)が生成する無線信号とは同一の無線チャネルに割り当てられる。従って、データパケットCH(1)から生成されアンテナ56(1)から送信される無線信号とデータパケットCH(2)から生成されアンテナ56(2)から送信される無線信号とは同時に同じ無線チャネルに送出される。

【0128】

受信局60のアンテナ61(1)は送信側のアンテナ56(1)から送信された無線

信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とをそれらが互いに干渉している状態で同時に同じ無線チャネルで受信する。また、アンテナ 61 (2) も送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とを同時に同じ無線チャネルで受信する。

【0129】

アンテナ 61 (1) 及び無線受信部 62 (1) が受信する無線チャネルとアンテナ 61 (2) 及び無線受信部 62 (2) が受信する無線チャネルとは同一のチャネルであり、アンテナ 56 (1)、56 (2) から送信される無線信号のチャネルと同一である。

各々のアンテナ 61 (1)、61 (2) で受信された無線信号は、それぞれ無線受信部 62 (1)、62 (2) でベースバンド信号に変換され、サブキャリア毎に復調された後、FFT 処理部 63 (1)、63 (2) でフーリエ変換処理され、時間領域から周波数領域の信号に変換される。すなわち、サブキャリア毎に分離された信号が各 FFT 処理部 63 の出力に得られる。

【0130】

一方、伝達係数推定部 64 は受信したデータパケットに含まれている伝達係数推定用プリアンプルを用いて、アンテナ 56 (1)－アンテナ 61 (1) 間の伝達係数と、アンテナ 56 (2)－アンテナ 61 (1) 間の伝達係数と、アンテナ 56 (1)－アンテナ 61 (2) 間の伝達係数と、アンテナ 56 (2)－アンテナ 61 (2) 間の伝達係数とを求め、それらを含む伝達係数行列の逆行列を求める。

【0131】

混信補償処理部 65 は、伝達係数推定部 64 の求めた逆行列を用いて、各 FFT 処理部 63 の出力に得られる受信サブキャリア信号から、アンテナ 56 (1) で送信された無線信号に対応する送信サブキャリア信号と、アンテナ 56 (2) で送信された無線信号に対応する送信サブキャリア信号とを互いに分離して求める。

図 17 の通信装置においては、混信補償処理部 65 における干渉補償により受信サブキャリア信号の信号振幅は一定になるので、軟判定ビタビ復号への尤度情報が一定になる。従って、軟判定ビタビ復号の誤り訂正効果を十分に利用しているとはいえない。

【0132】

そこで、尤度情報を得るため、重み係数推定部 66 は多重された各信号の SNR に基づく振幅重み係数を伝達係数推定部 64 の推定した前記逆行列から推定する。

各乗算部 67(1), 67(2) は、混信補償処理部 65 で干渉補償された各受信サブキャリア信号に、重み係数推定部 66 が求めた振幅重み係数を乗算する。

【0133】

また、多重化された各無線信号から生成された各受信サブキャリア信号は、同期検波された後、変調方式に応じてデマッピング処理部 68 でマッピングの逆の処理を受け、復調出力としてビタビ復号器 69 に入力される。

ビタビ復号器 69 は、軟判定ビタビ復号処理を行って受信信号の誤り訂正を行う。なお、図 17 に示す通信装置の具体的な動作原理については、非特許文献 2 に開示されている。

【0134】

この形態では、本発明の実施に用いる各無線局が、同時に利用可能な複数の無線チャネルのそれぞれについて、図 17 に示すような送信局 50 の各構成要素及び受信局 60 の各構成要素を備えていることを想定している。

このため、例えば各無線局が 3 つの送受信処理部 10 を備えている場合に、1 つの無線チャネルあたり 2 つの無線信号を空間分割多重することを想定すると、 (3×2) 個の無線信号を同時に伝送することが可能になる。

【0135】

この形態の各無線局は、送信用のデータパケットを生成するために図 14, 図 15 に示すような処理を行う。図 14, 図 15 に示す処理の中で図 5, 図 6 と異なる部分について以下に説明する。なお、図 14, 図 15 において図 5, 図 6 と対応する処理には同一のステップ番号を付けて示してある。また、受信処理については第 1 の実施の形態と同様である。

【0136】

ステップ S14B では、この後で生成するデータ系列の最大サイズ D_{\max} を決定する。すなわち、事前に決定されたデータパケットのデータ部の最大サイズ P_{\max} と空き無線チャネル数 N と 1 チャネルあたりの空間分割多重数 L とを用いて

($P_{max} \cdot N \cdot L$) の計算結果をデータ系列の最大サイズ D_{max} に決定する。

ステップ S20B では次の計算を行って D_c , D_f の値を求める。

$$D_c = \text{ceil} (D_{sum}(K-1) / N / L)$$

$$D_f = \text{floor} (D_{sum}(K-1) / N / L)$$

ステップ S22B では次の計算を行って D_c , D_f の値を求める。

$$D_c = \text{ceil} (D_{sum}(K) / N / L)$$

$$D_f = \text{floor} (D_{sum}(K) / N / L)$$

ステップ S23B では、ステップ S19 又は S21 で生成したデータ系列を、先頭から順に各々のデータサイズが D_c 又は D_f と一致する ($N \cdot L$) 個のデータブロックに分割する。

【0137】

ステップ S26B では、ステップ S23B で生成され必要に応じてステップ S25 でサイズ統一処理された各データブロックに所定の制御情報を付加して、データサイズが同一の ($N \cdot L$) 個のデータパケットを生成する。

例えば2つの無線チャネルが同時に空き状態でかつチャネルあたりの空間分割多重数 L (=アンテナ数) が3の場合、データサイズが同一の6個のデータパケットがステップ S26B で生成され、これらが同時に送信開始される。

【0138】

図15のステップ S32B では、生成するデータ系列の最大サイズ D_{max} を決定する。すなわち、事前に決定されたデータパケットのデータ部の最大サイズ P_{max} と、空間分割多重数 L と、 $(R(i) / R_{high})$ の ($i = 1 \sim N$) の範囲の総和 M とを用いて ($P_{max} \cdot L \cdot M$) の計算結果をデータ系列の最大サイズ D_{max} に決定する。

【0139】

ステップ S41B では、ステップ S37 又は S39 で生成したデータ系列を、先頭から順に各々のデータサイズが $D_c(j)$ 又は $D_f(j)$ と一致する N 個のデータブロックに分割する。 j 番目のデータブロックはデータサイズが $D_c(j)$ 又は $D_f(j)$ になり、伝送速度が $R(j)$ の空き無線チャネルに対応付けられる。また、 j 番目のデータブロックのデータサイズを $D(j)$ とする。

【0140】

追加されたステップS49では、ステップS41Bの分割により生成されたj番目の各データブロックを、サイズが $(\text{floor}(D(j)/L))$ 又は $(\text{ceil}(D(j)/L))$ の複数のデータブロックに更に分割する。

ステップS42Bでは、ステップS49で生成された各データブロックに所定の制御情報を付加してパケット長(伝送所要時間)が同一の $(N \cdot L)$ 個のデータパケットを生成する。また、必要に応じて各データブロックにダミーデータを付加し、パケット長を揃える。

【0141】

従って、複数の無線チャネルを使用し、空間分割多重を併用してデータパケットを伝送する場合にも、複数のデータパケットのデータサイズの比率を使用する無線チャネルの伝送速度比に合わせるように、伝送するデータブロックの構成を再編成して効率よくデータパケットを伝送することができる。

なお、同一の無線チャネルに空間分割多重して送信する複数のデータパケットの伝送速度は同一である。

【0142】

送信処理については第1の実施の形態の図1、図7、図8と同様であるが、ステップS55、S56、S57で選択するデータパケットの数が増えることになる。

(第3の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法のもう1つの実施の形態について、図16を参照して説明する。図16は送信用データパケット生成処理(3)を示すフローチャートである。

【0143】

この形態は第2の実施の形態の変形例であり、前述の空間分割多重を利用して複数のデータパケットを同時に送信するが、同時に使用可能な無線チャネルが1つだけの場合を想定している。なお、図16において図14と対応する処理には同一のステップ番号を付けて示してある。第1の実施の形態と同一の部分については以下の説明を省略する。

【0144】

一方、図16のステップS14Cでは、この後で生成するデータ系列の最大サイズ D_{max} を決定する。すなわち、事前に決定されたデータパケットのデータ部の最大サイズ P_{max} と1チャンネルあたりの空間分割多重数 L とを用いて ($P_{max} \cdot L$) の計算結果をデータ系列の最大サイズ D_{max} に決定する。

ステップS20Cでは次の計算を行って D_c , D_f の値を求める。

$$D_c = \text{ceil} (D_{sum}(K-1) / L)$$

$$D_f = \text{floor} (D_{sum}(K-1) / L)$$

ステップS22Cでは次の計算を行って D_c , D_f の値を求める。

$$D_c = \text{ceil} (D_{sum}(K) / L)$$

$$D_f = \text{floor} (D_{sum}(K) / L)$$

ステップS23Cでは、ステップS19又はS21で生成したデータ系列を、先頭から順に各々のデータサイズが D_c 又は D_f と一致する L 個のデータブロックに分割する。

【0145】

ステップS26Cでは、ステップS23Cで生成され必要に応じてステップS25でサイズ統一処理された各データブロックに所定の制御情報を付加して、データサイズが同一の L 個のデータパケットを生成する。

例えば1つの無線チャンネルが空き状態でチャンネルあたりの空間分割多重数 L (=アンテナ数) が3の場合、データサイズが同一の3個のデータパケットがステップS26Cで生成され、これらが同時に送信開始される。

【0146】

なお、以上に説明した各実施の形態は具体例であり、様々な変形が可能である。また、当然のことながら例えば複数の実施の形態をお互いに組み合わせたり、一部分の処理を省略することも考えられる。例えば、各実施の形態では各無線局に複数の送受信処理部10を設けることにより複数のデータパケットを同時に送信する場合を示しているが、前述の空間分割多重技術を用いる場合には、使用可能な無線チャンネルが1つだけの場合でも複数のデータパケットを同時に送信できるので、必ずしも複数の送受信処理部10を設ける必要はない。

【0147】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、無線チャネル毎に伝送速度が異なる場合であっても、同時に複数のデータパケットを送信することができ、しかも隣接する無線チャネルからの漏洩電力の影響を受けることなく全ての送達確認パケットを受信できるのでスループットが大幅に改善される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

送信処理（1）を示すフローチャートである。

【図2】

第1の実施の形態の無線局の構成を示すブロック図である。

【図3】

受信処理を示すフローチャートである。

【図4】

パケットの構成を示す模式図である。

【図5】

送信用データパケット生成処理（1-1）を示すフローチャートである。

【図6】

送信用データパケット生成処理（1-2）を示すフローチャートである。

【図7】

送信処理（2）を示すフローチャートである。

【図8】

送信処理（3）を示すフローチャートである。

【図9】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図10】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図11】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 1 2】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 1 3】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 1 4】

送信用データパケット生成処理 (2-1) を示すフローチャートである。

【図 1 5】

送信用データパケット生成処理 (2-2) を示すフローチャートである。

【図 1 6】

送信用データパケット生成処理 (3) を示すフローチャートである。

【図 1 7】

空間分割多重を行う通信装置の構成例を示すブロック図である。

【図 1 8】

フレーム変換の動作例を示す模式図である。

【図 1 9】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

【図 2 0】

従来例の無線局の構成を示すブロック図である。

【図 2 1】

無線局の主要部の動作を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 10 送受信処理部
- 11 変調器
- 12 無線送信部
- 13 アンテナ
- 14 無線受信部
- 15 復調器
- 16 パケット選択部
- 17 キャリア検出部

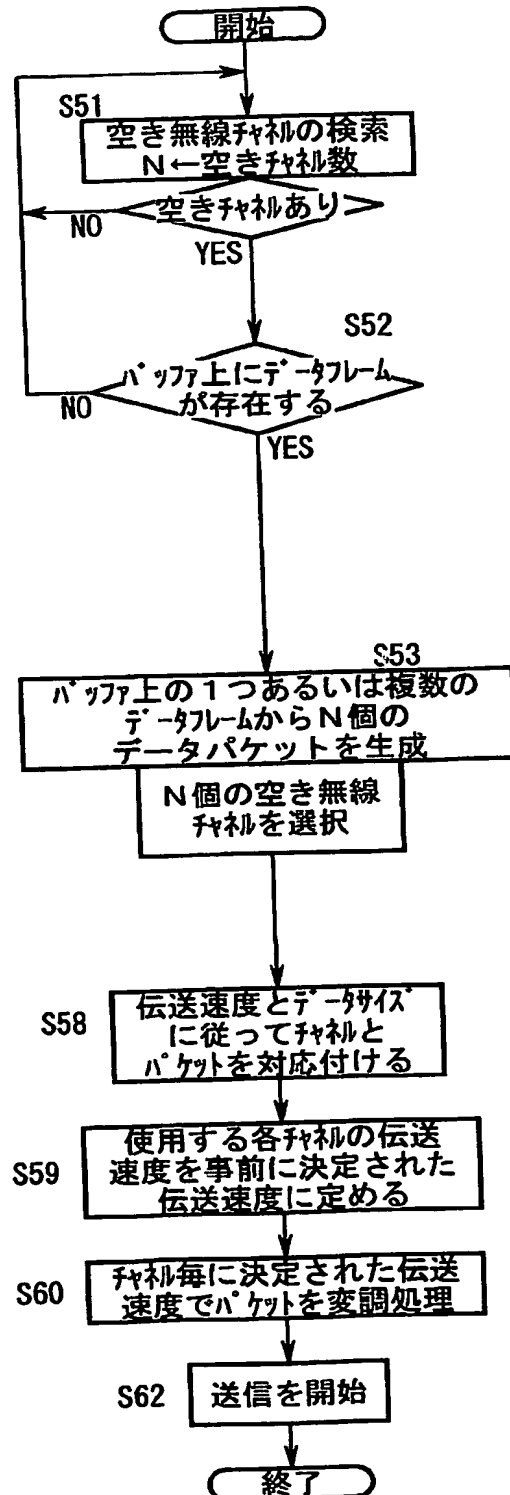
- 18 送信状態保持部
- 19 Ackパケット生成部
- 21 データパケット生成部
- 22 送信バッファ
- 23 送信チャネル選択制御部
- 24 パケット振り分け送信制御部
- 25 パケット順序管理部
- 26 ヘッダ除去部
- 28 データフレーム管理部
- 32 伝送速度選択部
- 50 送信局
- 51 畳み込み符号化部
- 52 マッピング処理部
- 53 SDM-COFDM用プリアンブル作成部
- 54 IFFT処理部
- 55 無線送信部
- 56 アンテナ
- 60 受信局
- 61 アンテナ
- 62 無線受信部
- 63 FFT処理部
- 64 伝達係数推定部
- 65 混信補償処理部
- 66 重み係数推定部
- 67 乗算部
- 68 デマッピング処理部
- 69 ビタビ復号器

【書類名】

図面

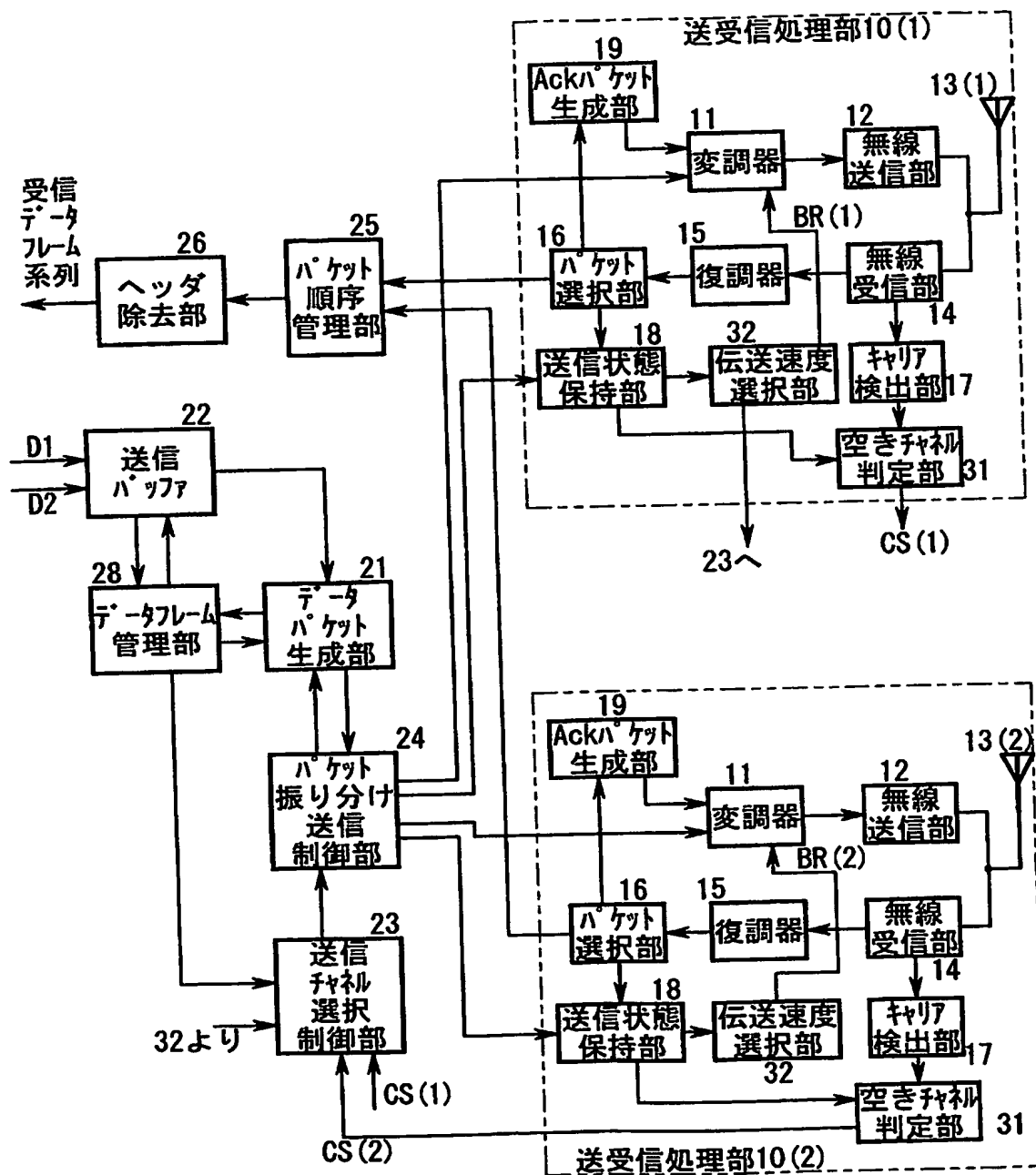
【図 1】

送信処理 (1)



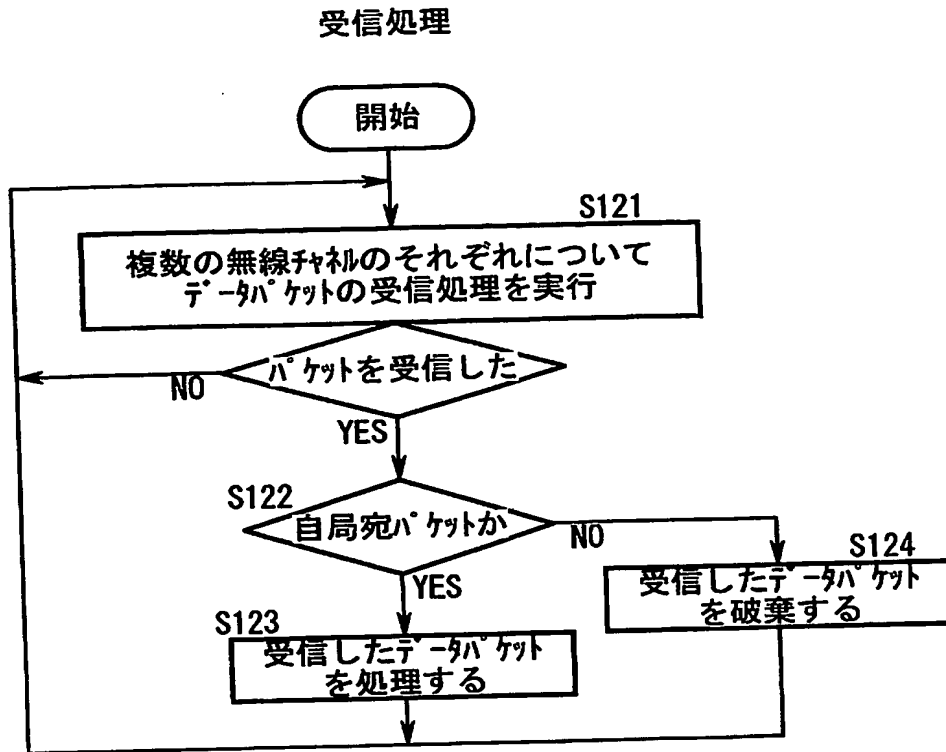
【図 2】

第 1 の実施の形態の無線局の構成

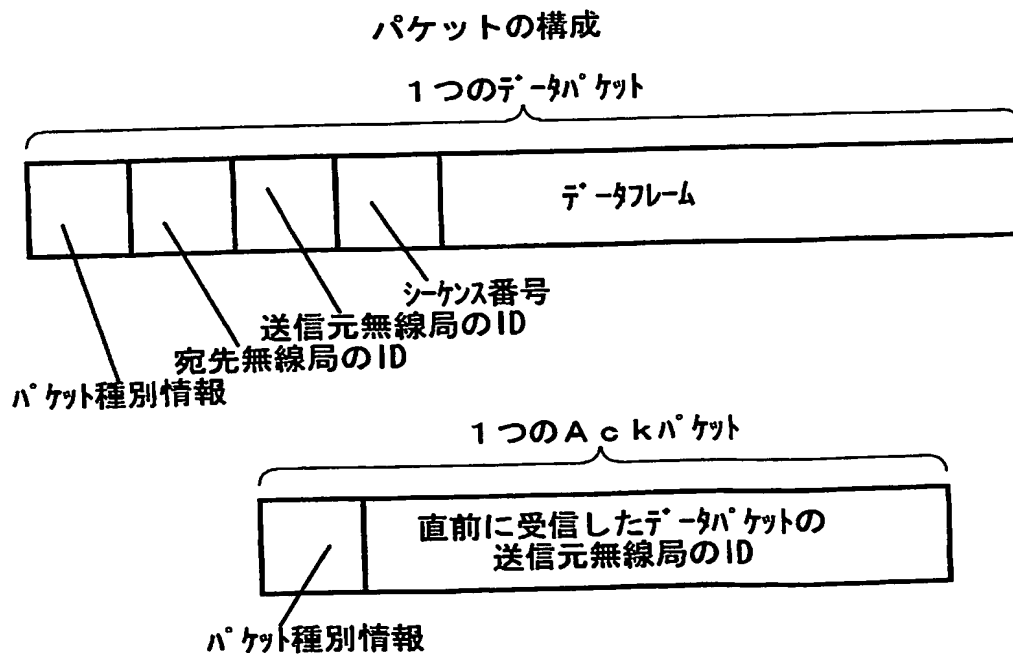


D1: 送信データフレーム系列
D2: 宛先無線局のID情報

【図 3】

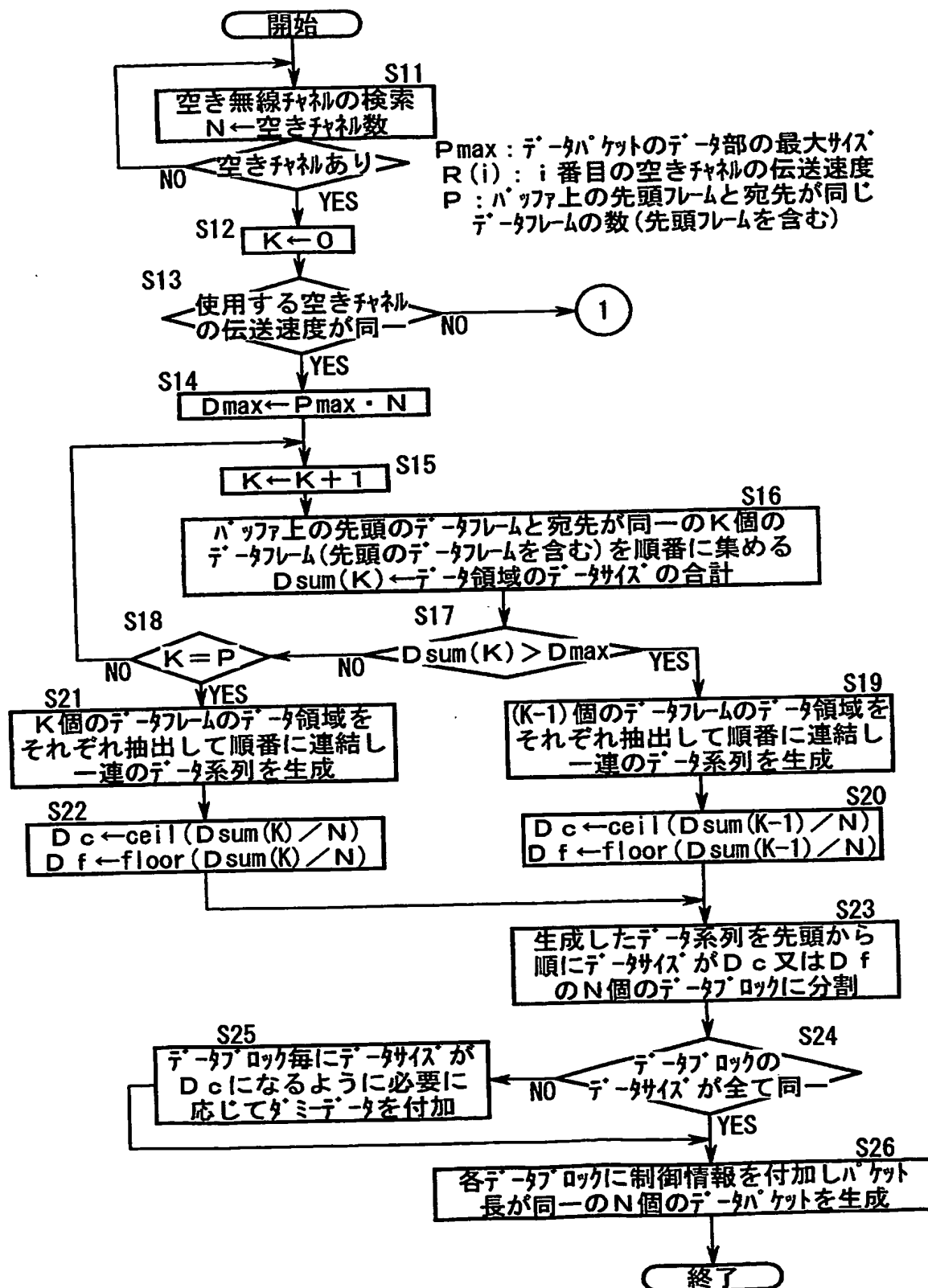


【図 4】



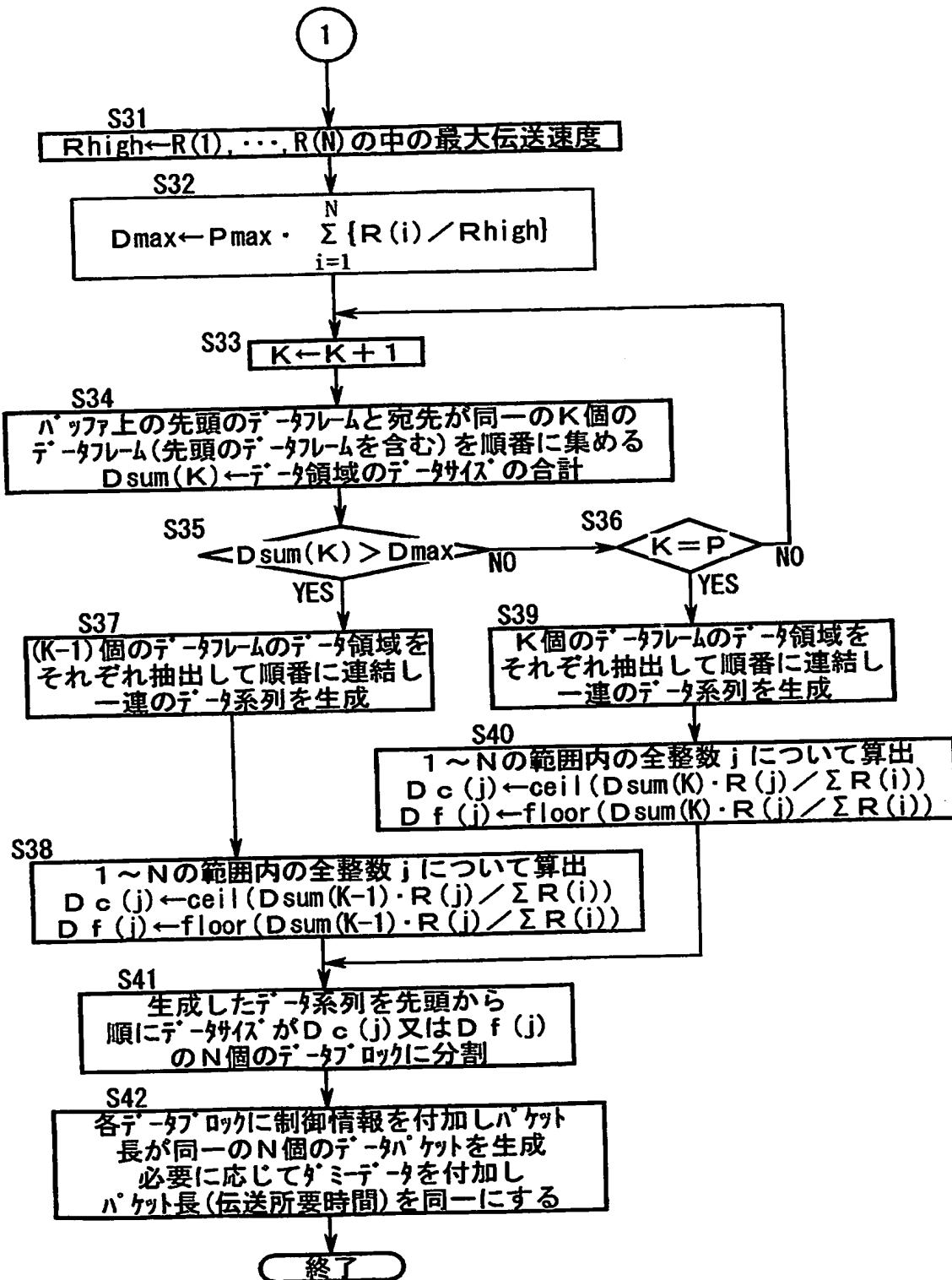
【図 5】

送信用データパケット生成処理 (1-1)



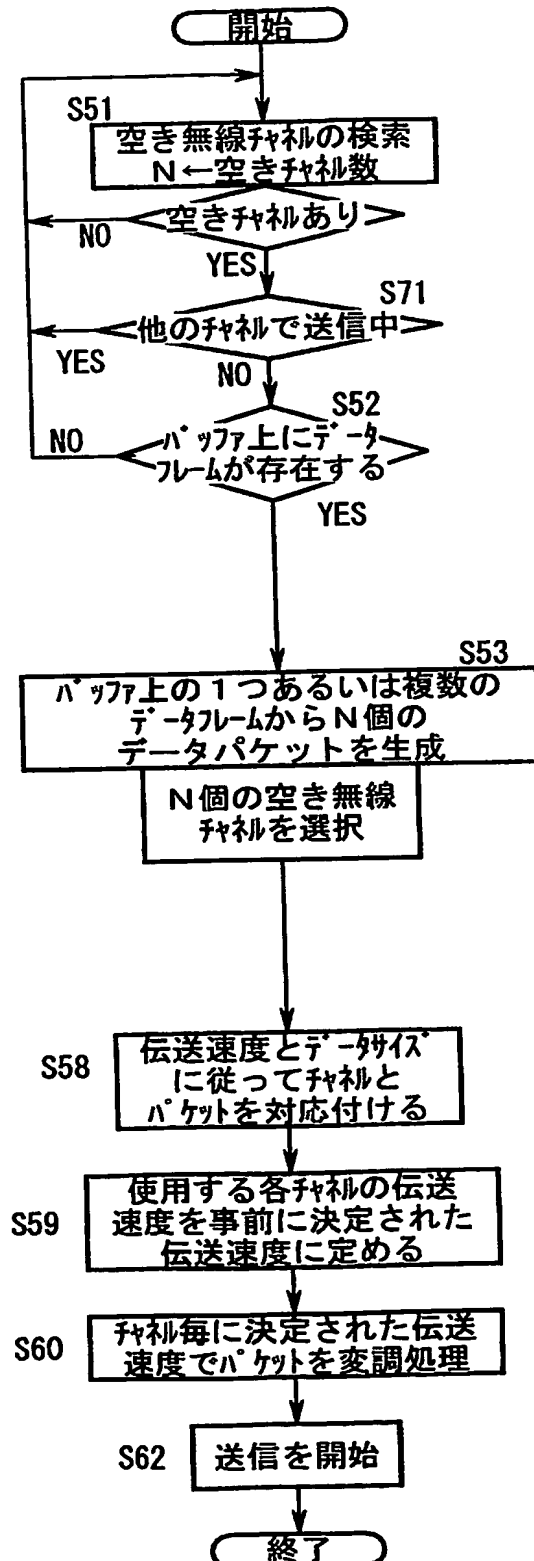
【図 6】

送信用データパケット生成処理 (1-2)



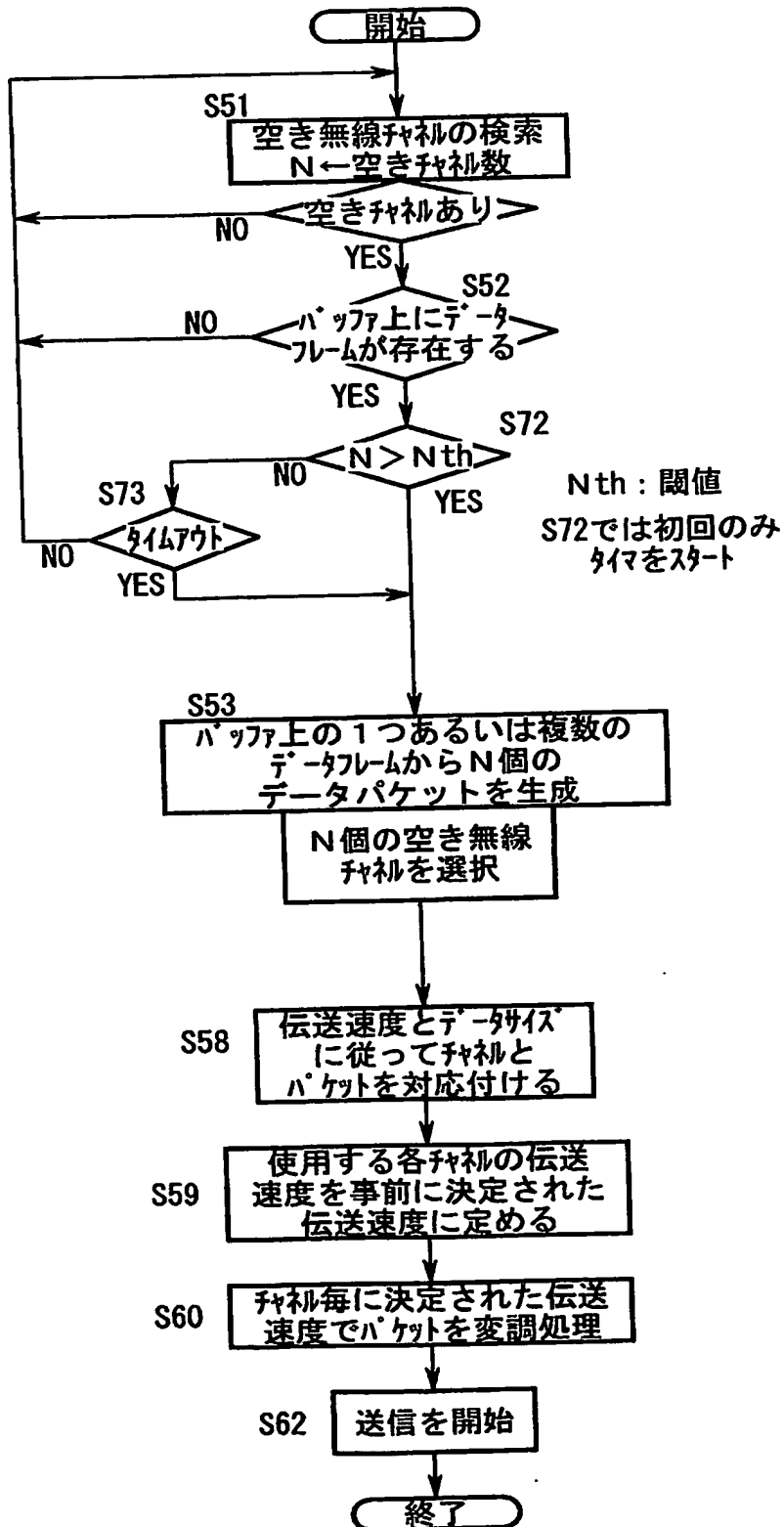
【図 7】

送信処理 (2)

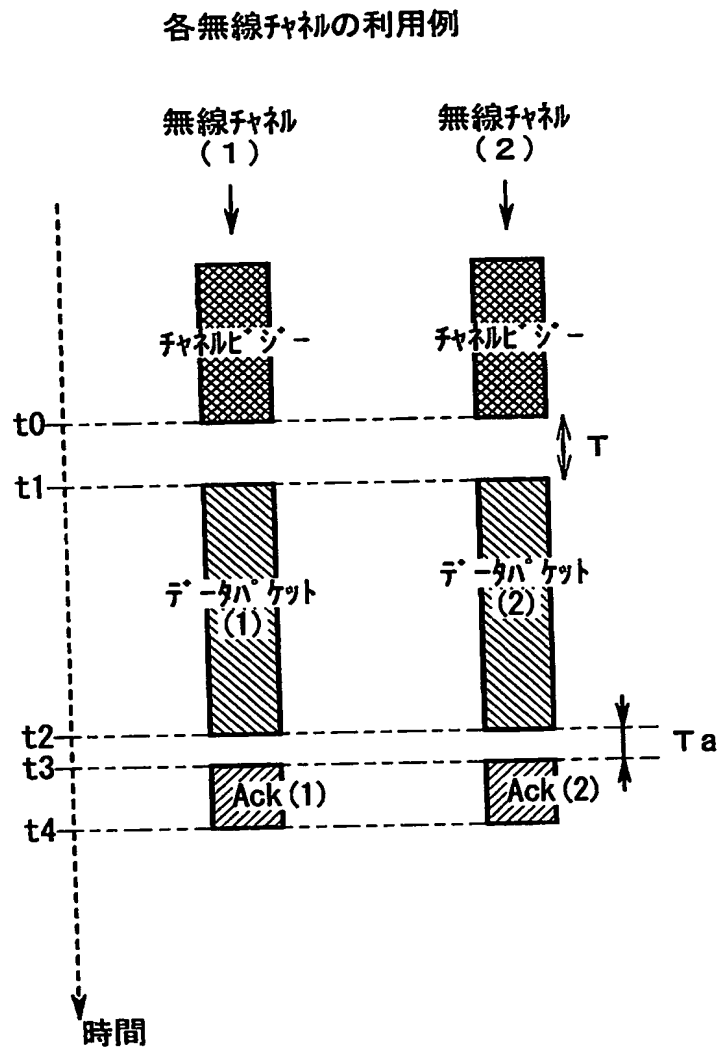


【図 8】

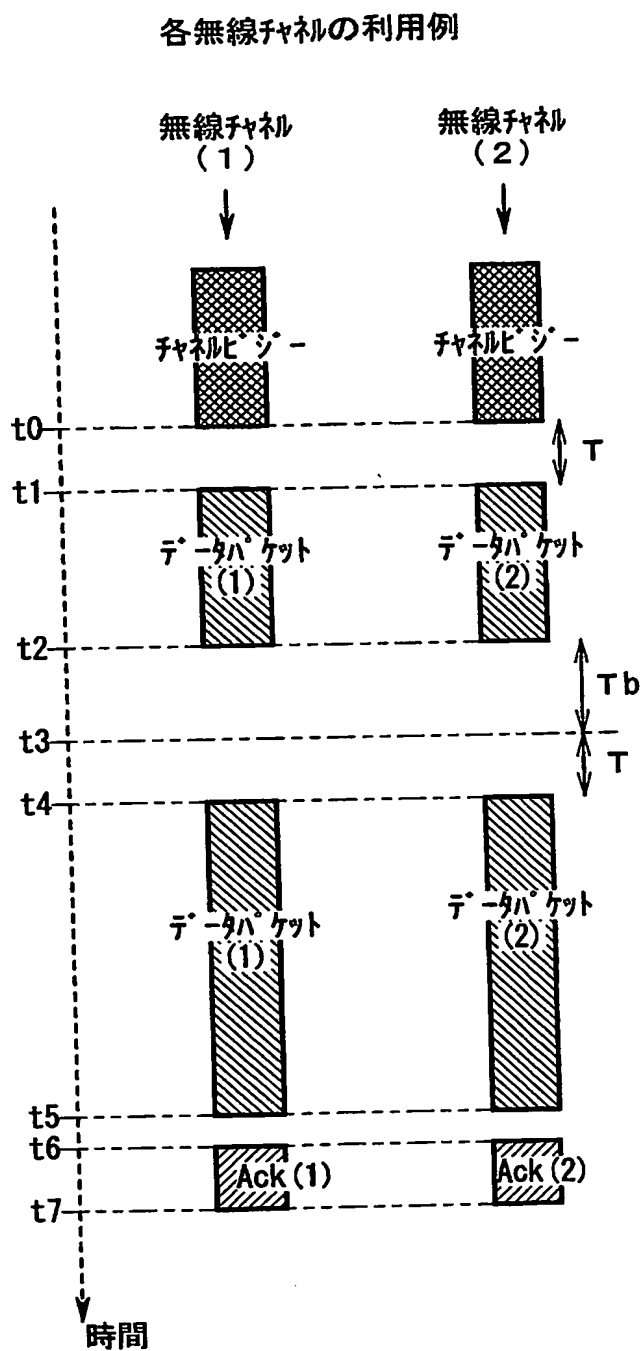
送信処理 (3)



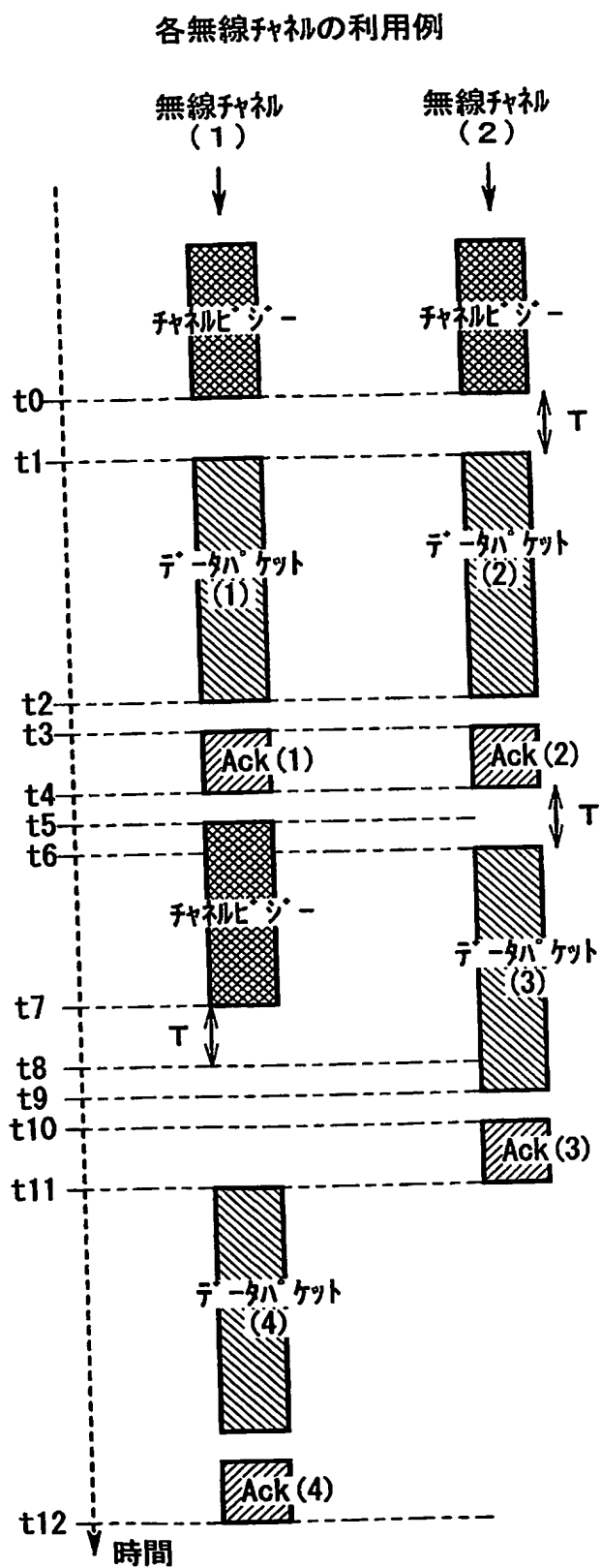
【図 9】



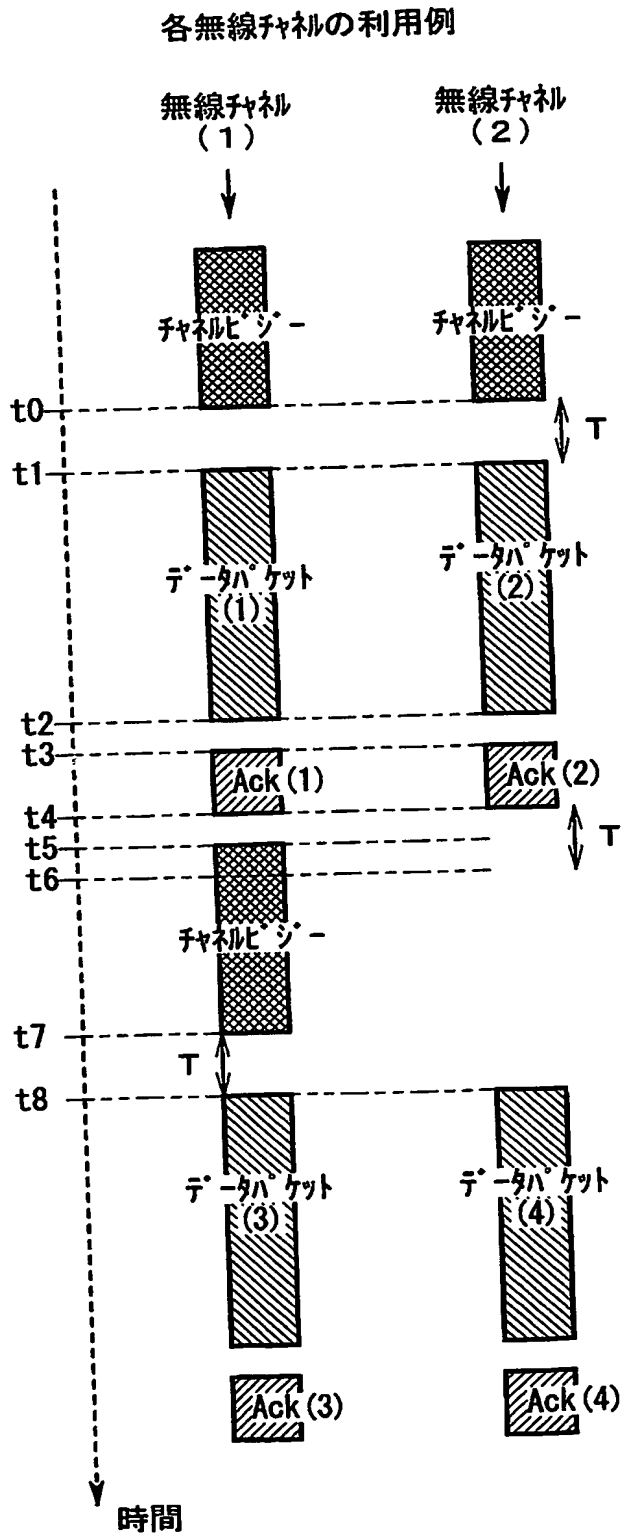
【図 10】



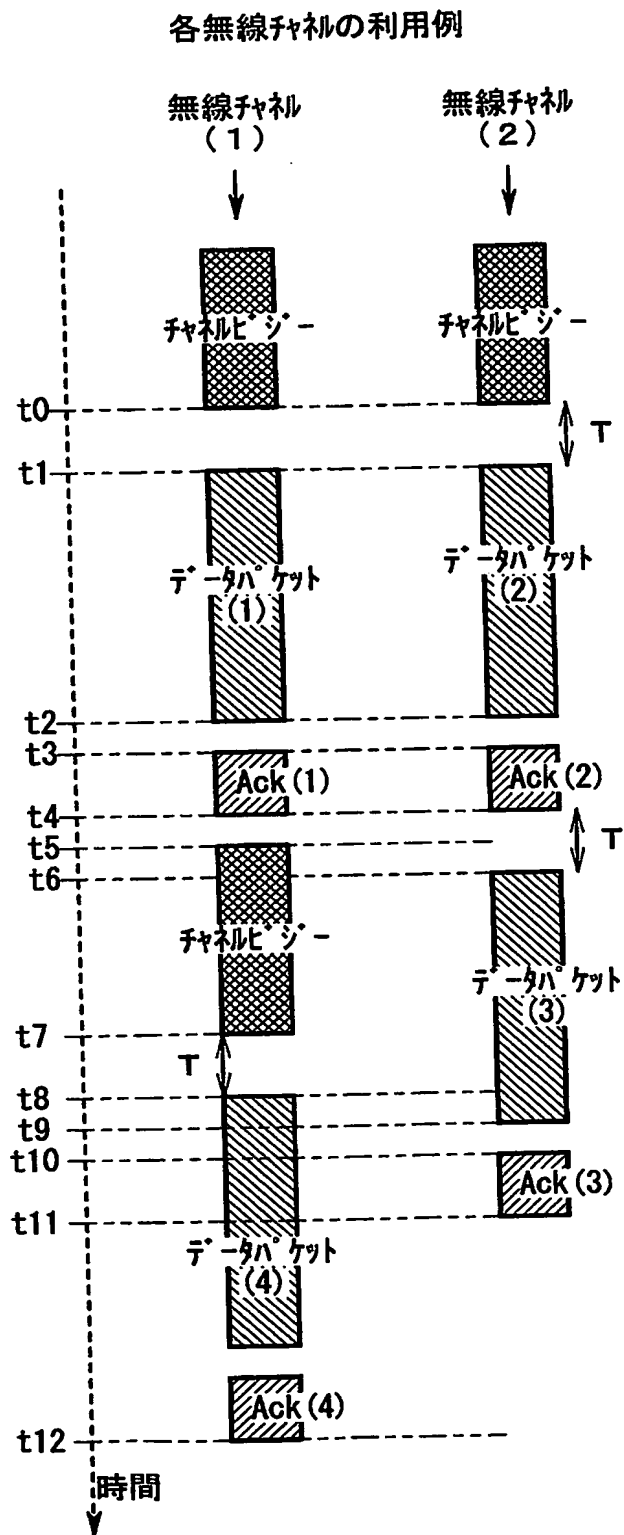
【図 11】



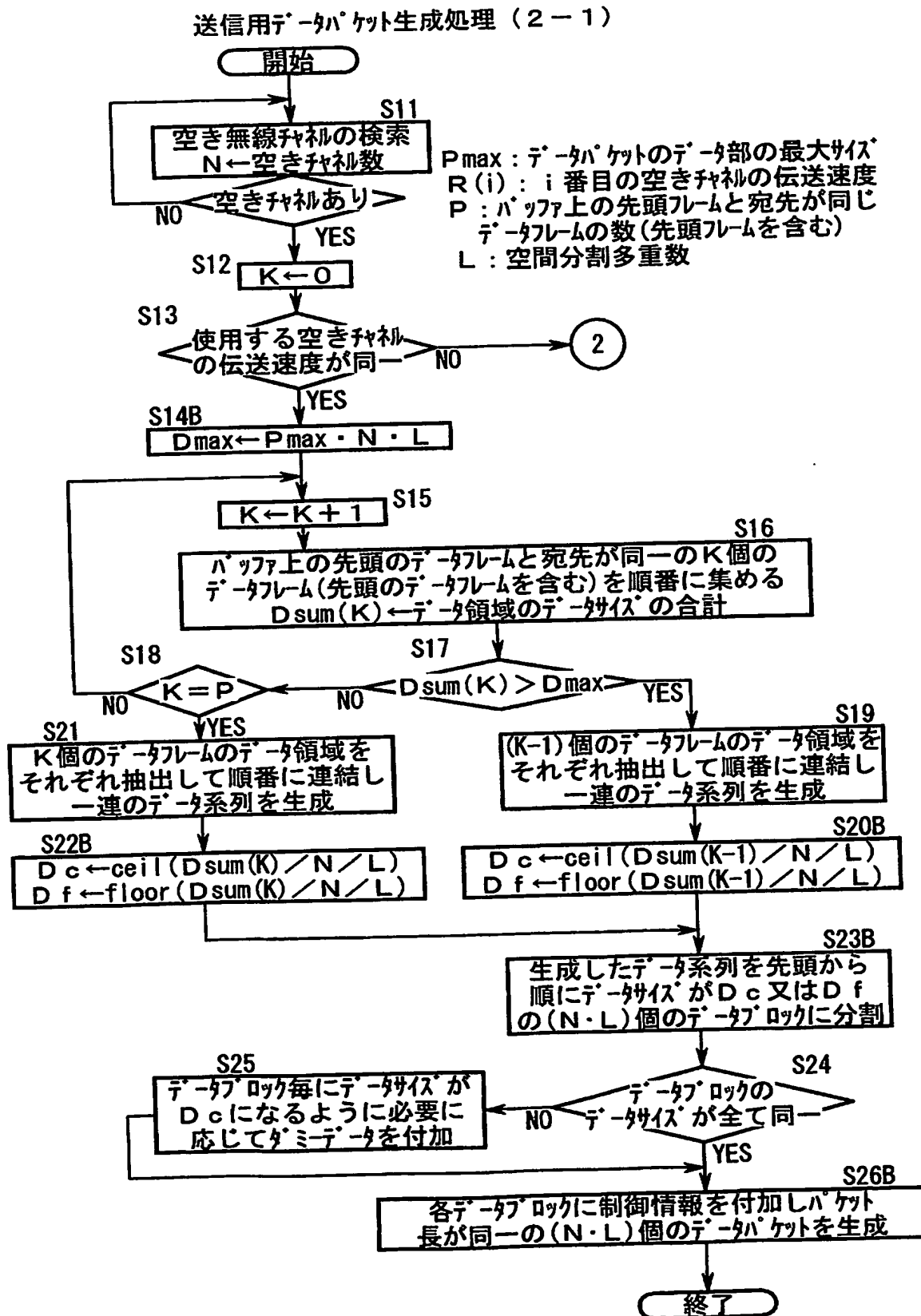
【図 12】



【図 13】

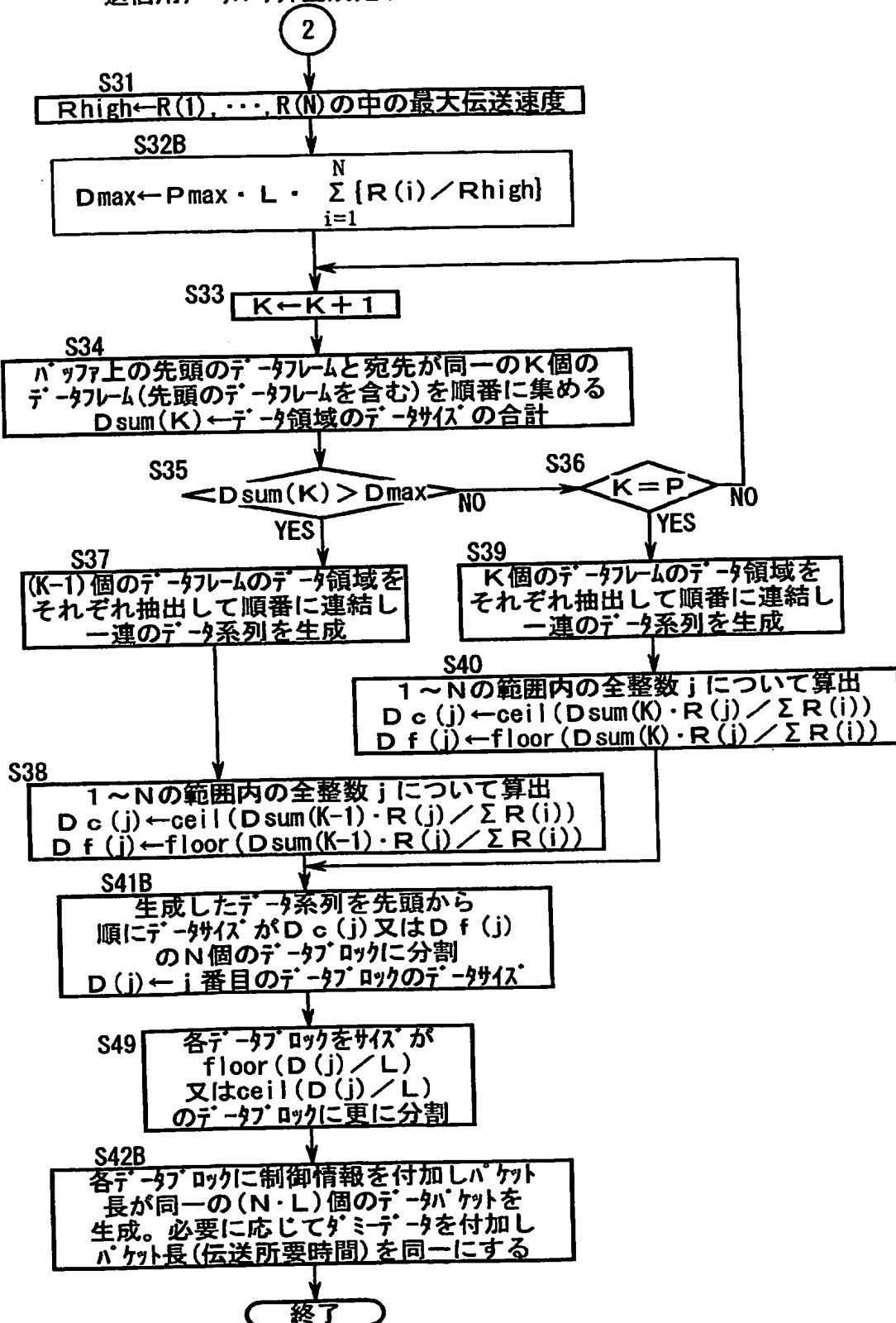


【図 14】

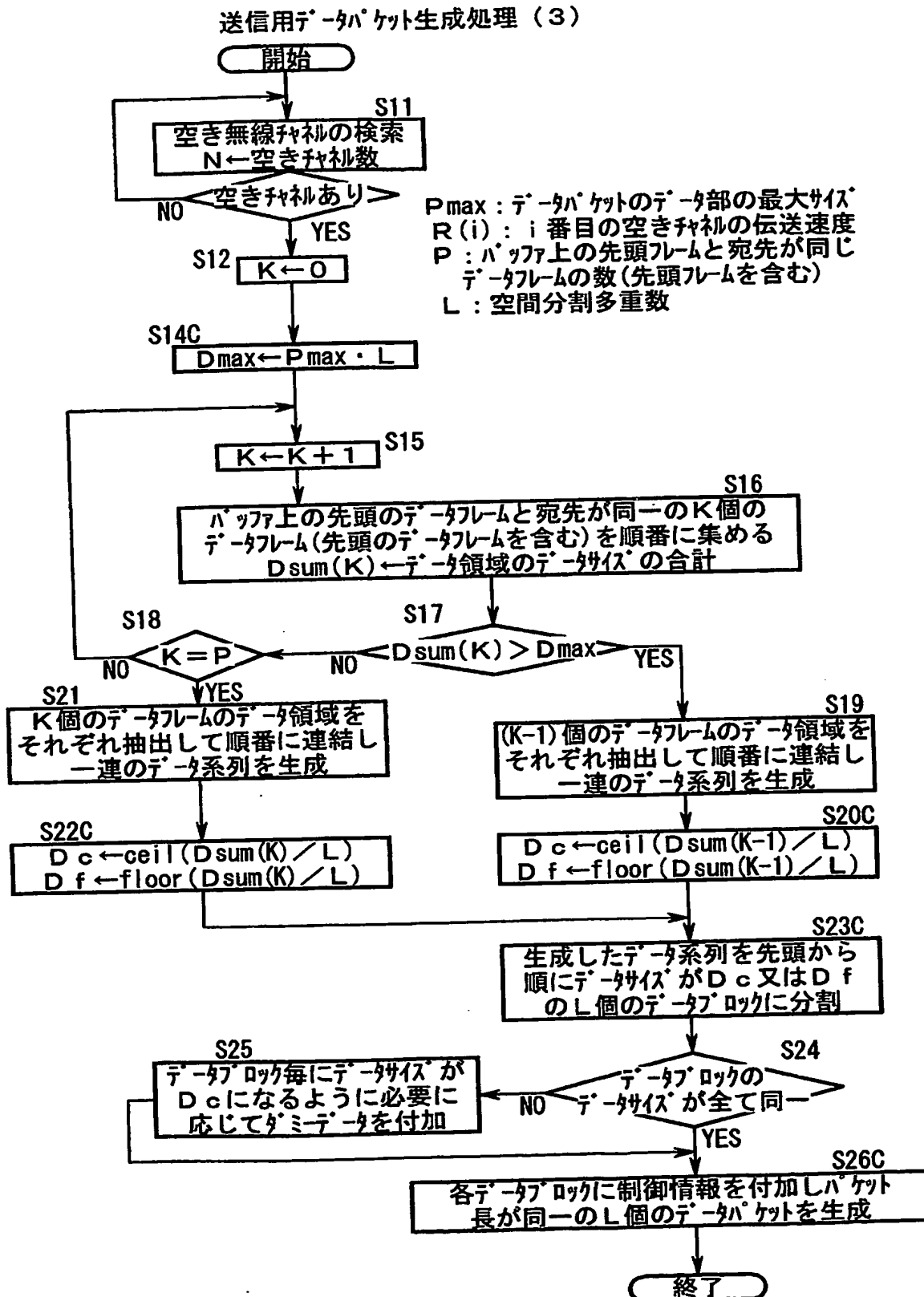


【図 15】

送信用データパケット生成処理 (2-2)

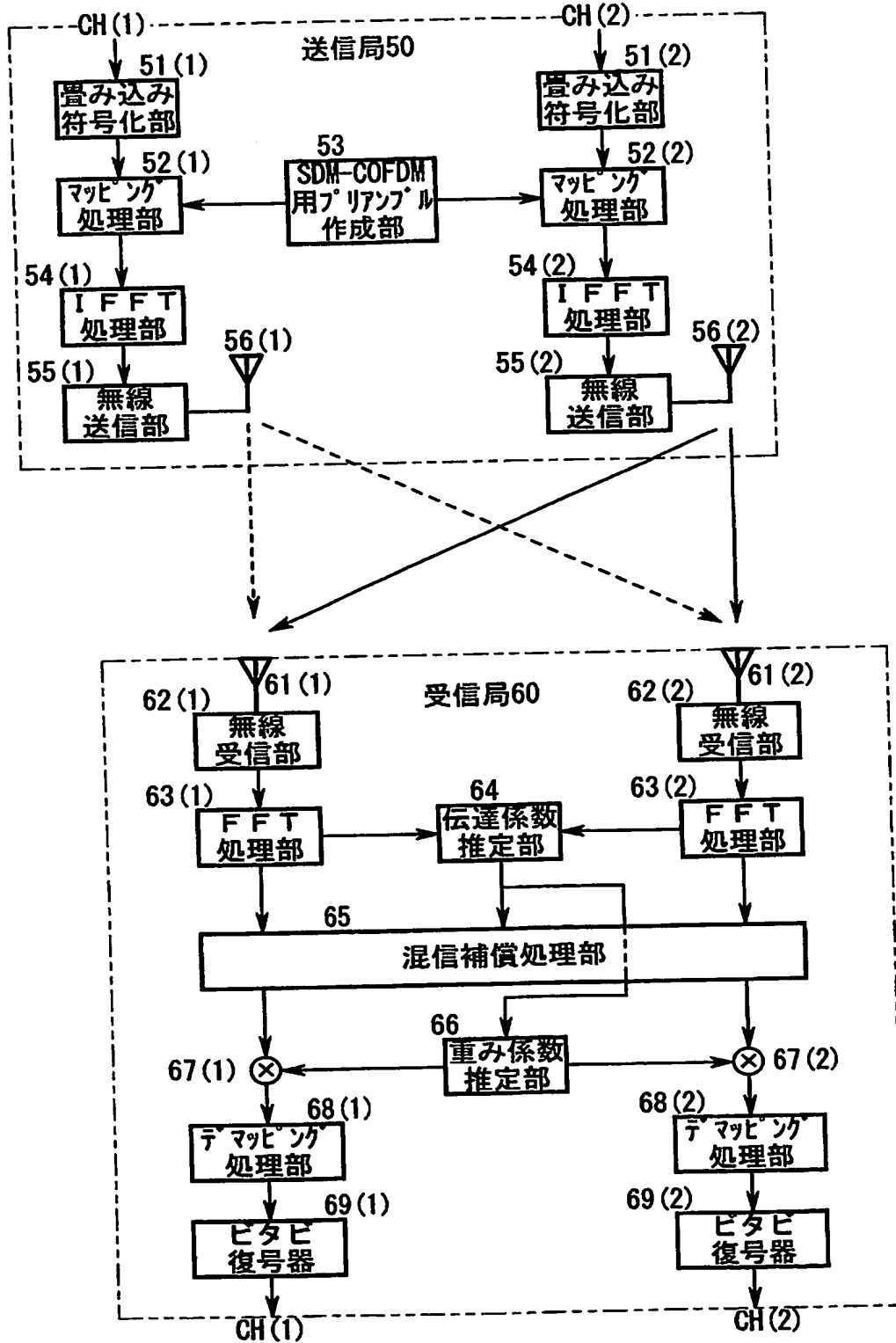


【図 16】



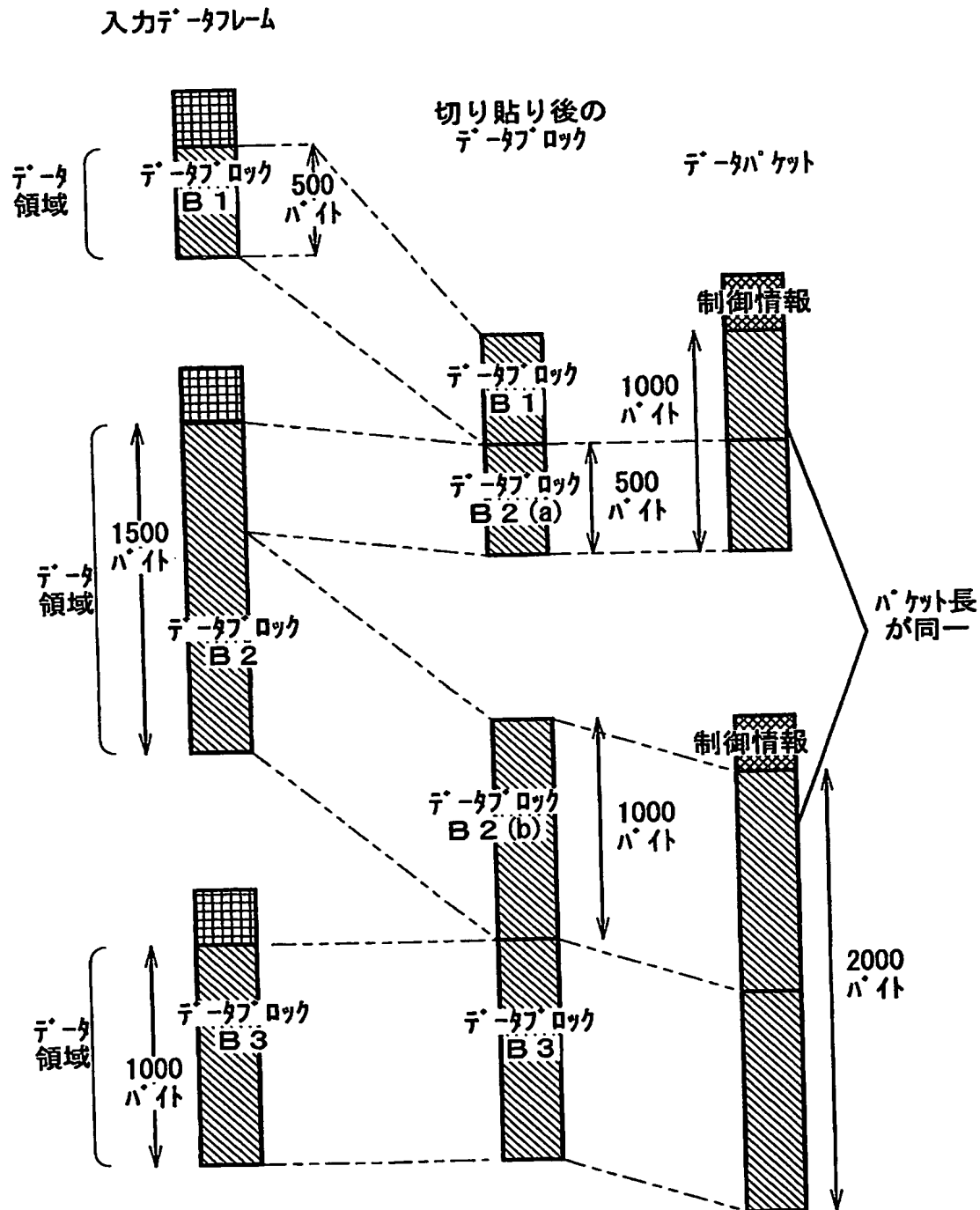
【図 17】

空間分割多重を行う通信装置の構成例



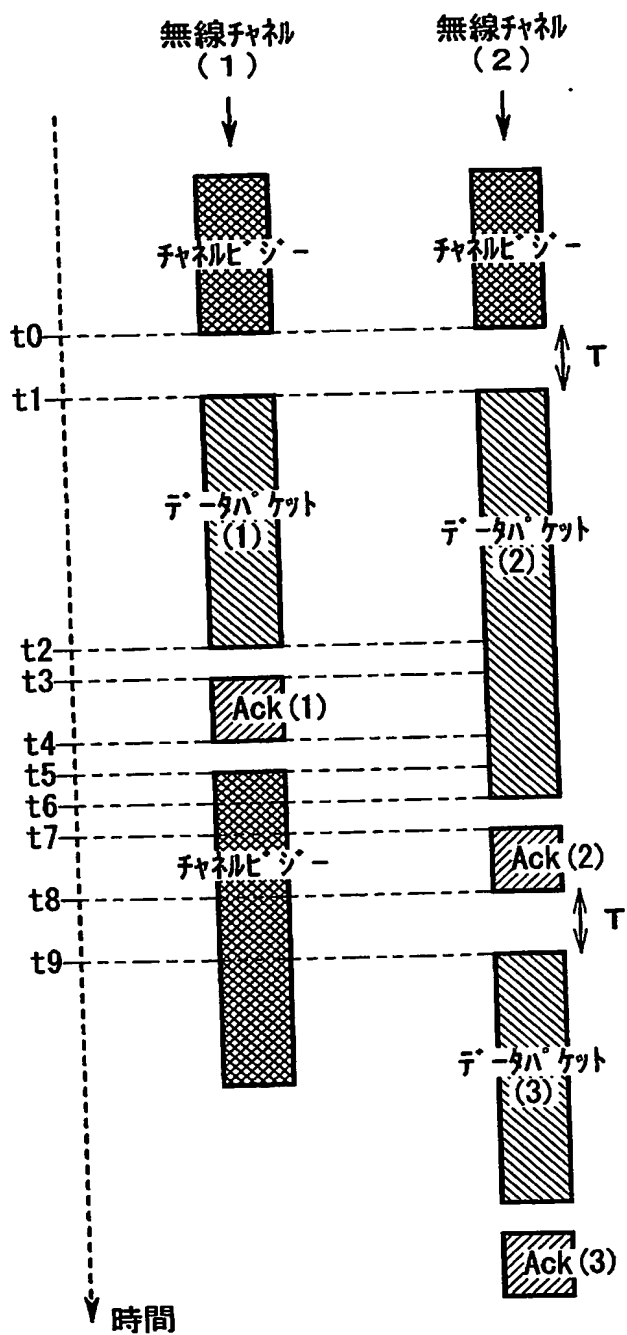
【図 18】

フレーム変換の動作例



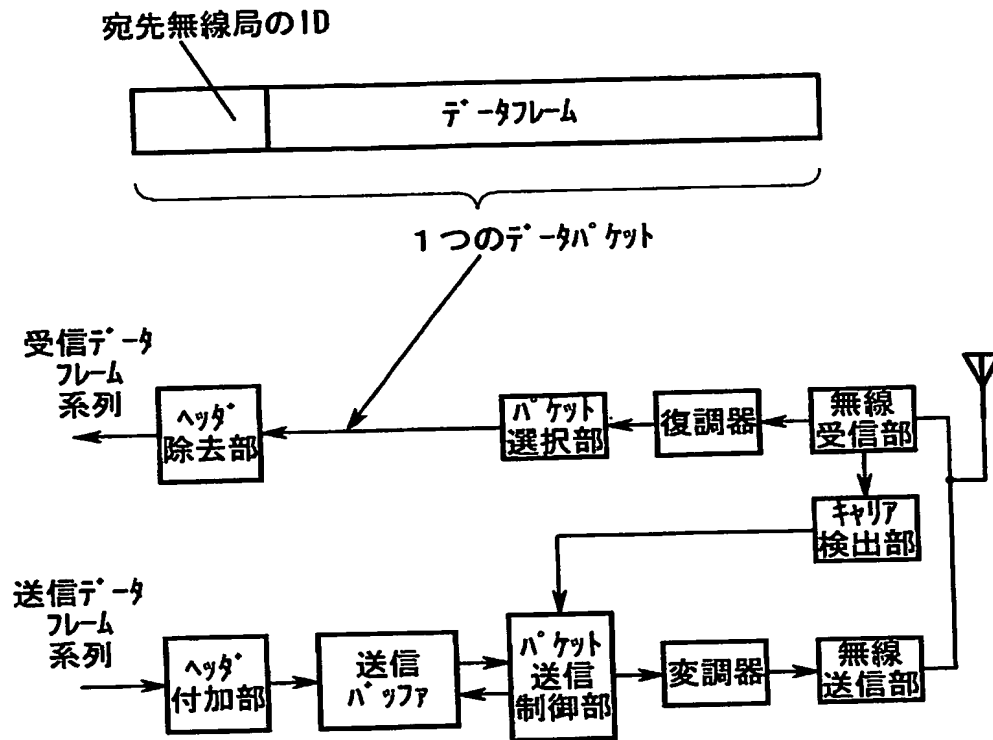
【図 19】

各無線チャネルの利用例



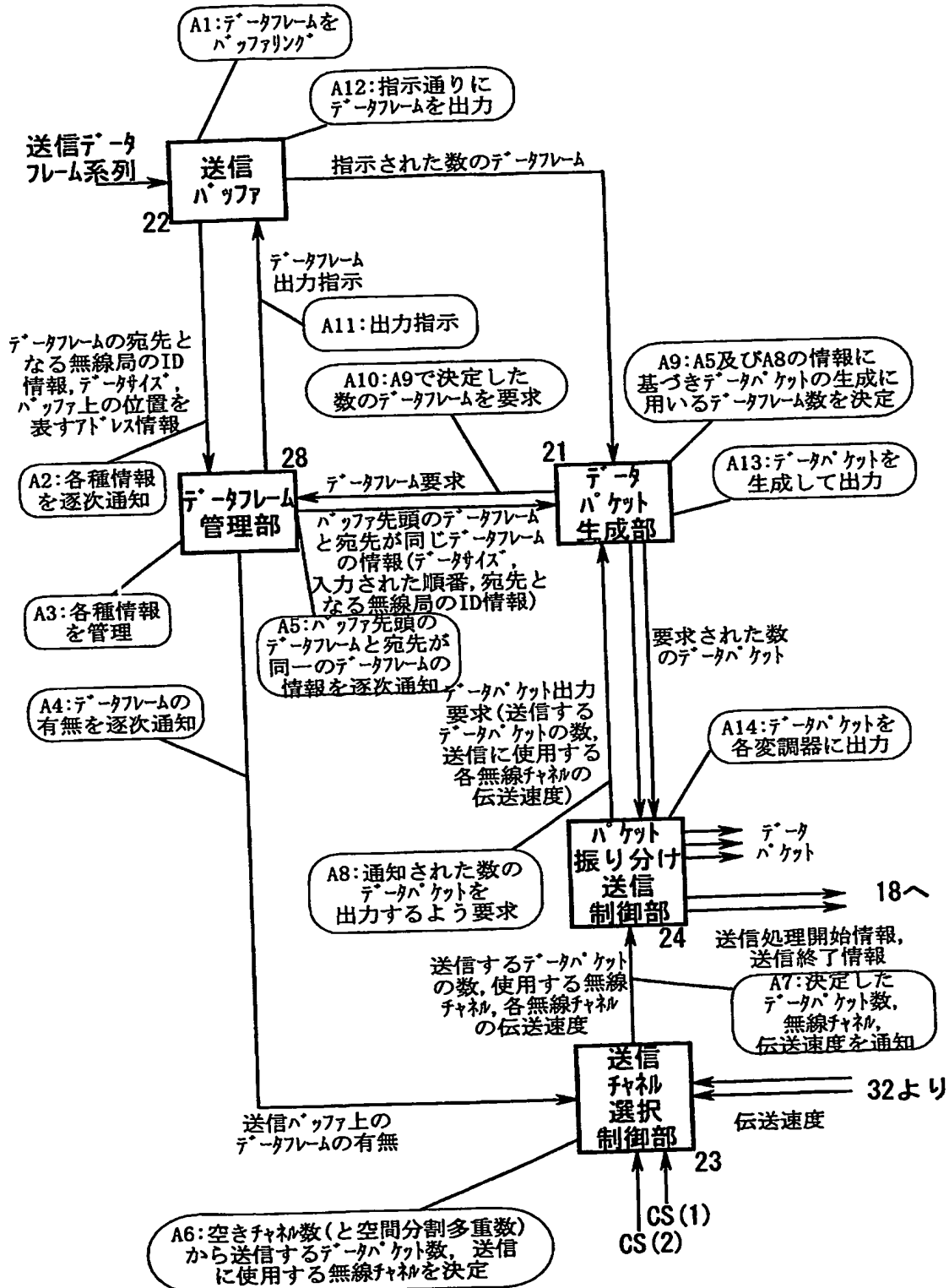
【図 20】

従来例の無線局の構成



【図 21】

無線局の主要部の動作



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は各無線局が複数の無線チャネルを同時に利用できる場合に、チャネル間で電力の漏洩が生じる場合であってもスループットを改善することが可能な無線パケット通信方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 送信する無線局がパケットの送信に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合は、空いている複数の無線チャネルを同時に選択し、選択された複数の無線チャネルの間の伝送速度に関する比率とデータサイズの比率が同一もしくは同等の複数のデータパケットを選択もしくは生成し、複数のデータパケットのデータサイズの比率と複数の無線チャネルの伝送速度の比率とが対応するように、前記複数のデータパケットのそれぞれを、選択された前記複数の無線チャネルの何れかに割り当てて同じタイミングで並列送信する。

【選択図】 図 1

特願 2003-199229

出願人履歴情報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日
[変更理由]

住 所
氏 名

1999年 7月15日

住所変更

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

日本電信電話株式会社